3 zł 90 gr (39 000 zł)

luty 1996

ELEKTRONIKA dla wszystkich

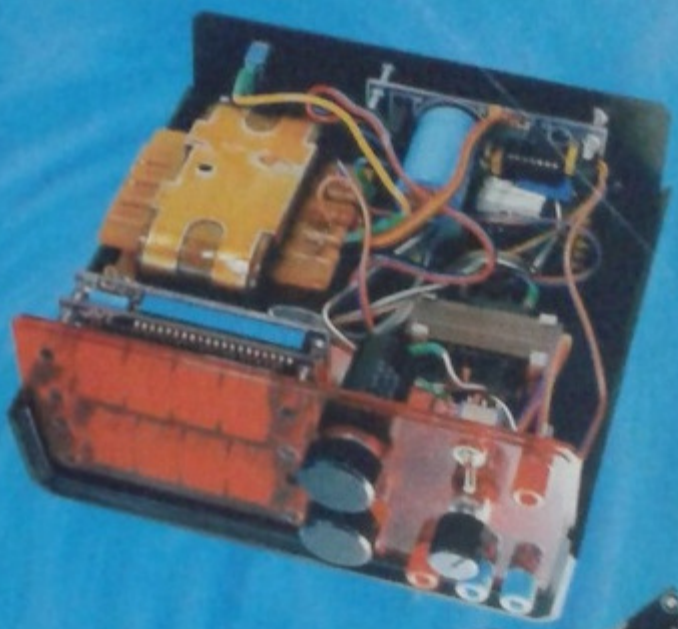
cje
14/5/6

metr

dułowy
tem
rmowy

dwzmacniacz
foniczny

Zasilacz amatorski



ELEKTRONIKA 2000

Przetwornik napięcie-częstotliwość i częstotliwość-napięcie z układem LM331

LM331 to prosty przetwornik napięcie-częstoltiwość, przeznaczony do wykorzystania w układach konwersji analogowo-cyfrowej, dokładnych przetworników napięcie-częstotliwość i wielu innych. Rys.1 przedstawia organizację wyprowadzeń układu, a Tabela 1 - podstawowe parametry. Jeśli LM331 wykorzystywany jest jako przetwornik napięcie-częstotliwość, generuje ciąg impulsów prostokątnych o częstotliwości proporcjonalnej do napięcia wejściowego. W układzie znajduje się skompensowane temperaturowo źródło napięcia odniesienia, o bardzo dobrej dokładności w całym zakresie temperatur pracy. Mimo że precyzyjny układ timera ma niskie prądy polaryzacyjne, jest dostatecznie szybki by zapewnić konwersję V/F sygnałów o częstotliwości 100kHz (niskie prądy polaryzacji są często przyczyną ograniczenia szybkości przełączania i zarazem pasma układu). Układ może wysterowywać obciążenia w zakresie napięć 5V - 40V, zależnie od napięcia zasilania, i jest zabezpieczony przed zwarciem do napięcia zasilania.

Zalety:

- **niski pobór mocy,**
- **dobra liniowość,**
- **doskonała stabilność temperaturowa,**
- **kit do samodzielnego montażu**

Zastosowania:

- **zdalne sterowanie,**
- **zdalny odbiór**

Konwersja napięcie-częstotliwość

Rys.2 przedstawia schemat blokowy prostego przetwornika napięcie-częstotliwość. Na Rys.3 znajduje się praktyczny układ takiego konwertera. Dodano rezystor Rin, włączony szeregowo w wyprowadzenie 7, co daje kompensację prądów polaryzujących wpływających do wejść 6 i 7 (typowo 80nA) i zapewnia minimalizację błędu przetwarzania.

Rezystancja podłączona do wyprowadzenia 2 (Rs) składa się z rezystora 12kW i potencjometru 5kW, który jest wykorzystywany do skompensowania błędu wzmocnienia układu i tolerancji użytych elementów. W układzie tym zaleca się użycie rezystorów o wysokich tolerancjach. Zastosowane kondensatory powinny mieć niskie straty dielektryczne; zależnie od wymagań dotyczących zakresu temperatur pracy zaleca użycie kondensatorów polistyrenowych lub polipropylenowych. Kondensator Cin o wartości w przedziale 10nF - 1µF włączony jest między wyprowadzenie 7 i masę i funkcjonuje jako filtr. Jeśli stałe czasowe sieci RC podłączonych do wyprowadzeń 6 i 7 są równe, zmiana napięcia Vin powoduje określoną zmianę częstotliwości wyjściowej. Jeśli wartość Cin jest znacznie niższa od wartości CL, skokowa zmiana sygnału na wejściu może spowodować chwilowy zanik sygnału wyjściwoego. Połączony szeregowo z CL rezystor 47W powoduje powstanie histerezy i poprawia liniwość układu.

Tabela 1. Parametry układu LM331

Parametr	Warunki	Min.	Typ.	Max.
Napięcie zasilania	Maks.dopuszczalne			40V
Prąd zasilania	zasilanie 5V	1.5mA	3mA	6mA
	zasilanie 40V	2mA	4mA	8mA
Temperatura otoczenia	Maks. dopuszczalna			70 C
Napięcie odniesienia		1.7V	1.89V	2.08V
Wpływ zmian nap. zasilania	zasilanie 4.5-10V		0.01%/V	0.1%/V
na wzmocnienie	zasilanie 10-40V		0.006%/V	0.06%/V
Częstotliwość wyjściowa	Uwe=10V	10kHz		
Prąd wyjściowy (wypr.1)	Oporność na wypr. 2 (Rs) 14kW napięcie na wypr.1 0V	116µA	136µA	156µA
Zakres prądowy		od 10µA	do	500µA

Tabela 2. Parametry prototypu przetwornika napięcie-częstotliwość.

Napięcie zasilania	5V - 40V
Pobór prądu zasilania (12V)	8mA
Zakres częstotliwości wyjściowych (12V)	50Hz - 10kHz
Zakres napięć wejściowych (12V)	0.05V - 10V

Przetwarzanie częstotliwość-napięcie

Układ LM331 może także zostać wykozrystany w układach prostych przetworników częstotliwość-napięcie. Typowe rozwiązanie przedstawia Rys.4. Sygnał wejściowy (Fin) jest różniczkowany przez układ RC, a powstałe ujemne zbocza podawane na wyprowadzenie 6 układu powodują wyzwalanie komparatora wejściowego, sterującego układem czasowym. Podobnie jak w przypadku przetwornika napięcie-częstotliwość, średni prąd wypływający z wyprowadzenia 1 wynosi:

I*(1.1*Rt*Ct)*f,

gdzie I jest prądem wypływającym z wyprowadzenia 2, a f - częstotliwością sygnału wejściowego. Prąd I można wyznaczyć z zależności:

I = Vref/Rs

gdzie Vref jest napięciem odniesienia występującym na wyprowadzeniu 2 (typowa wartość 1.89V), a Rs - rezystancją włączoną między masę a wyprowadzenie 2. Prąd jest filtrowany przez prosty układ RC. Wartość szczytowa napięcia tętnień nie przekracza 10mV. Układ cechuje wolna odpowiedź - stała czasowa wynosi 0.1s, a czas ustalania odpowiedzi (do 0.1% stanu ustalonego) jest równy 0.7s.

Kit

Oferowany kit zawiera niezbędne podzespoły umożliwiające budowę dwóch podstawowych układów aplikacyjnych LM331, przedstawionych w niniejszym artykule.

Przetwornik napięcie/częstotliwość

Kit zawiera podzespoły niezbędne do skonstruowania prostego przetwornika V/F (patrz Lista elementów przetwornika V/F). Rys.5 przedstawia schemat ideowy modułu, natomiast Rys.7 przedstawia mozaikę ścieżek druku oraz rozmieszczenie elementów. Dodatkowe elementy umożliwiają skonfigurowanie modułu jako przetwornika częstotliwość/napięcie.

Na Rys.6 znajduje się schemat modułu skonfigurowanego jako przetwornik V/F. Napięcie wejściowe podawane jest między punkty P3 (wejście) i P4 (masa). Wyjście stanowi P5 (normalne) lub P7 (odwrócone) względem mas odpowiednio P6 lub P8. Uwaga: w tej konfiguracji zakres maksymalnej zmiany sygnału na wyjściu P5 jest mniejszy od napięcia zasilania +V. Dodatkowe punkty +V i 0V na płytce ułatwiają jej wykorzystanie. Sposób okablowania przetwornika V/F przedstawiony jest na Rys.8.

Zwora LK1 może nie być lutowana, jeśli ma być zastosowane zewnętrzne ujemne napięcie odniesienia (nie mniej niż -10V) potencjometru kompensacji RV1. Napięcie to doprowadzane jest do końcówki P13. Potencjometr RV2 ustala natężenie prądu odniesienia.

Przetwornik częstotliwość/napięcie

Rys.9 przedstawia schemat ideowy modułu pracującego w konfiguracji przetwornika F/V. Niezbędne podzespoły podane są Wykazie elementów przetwornika F/V. Sygnał wejściowy (częstotliwość w przedziale 1Hz - 10kHz) podawany jest mędzy końcówkę P11 i masę, a napięcie wyjściowe odbierane jest między końcówką P10 i masą. Napięcie wyjściowejest proporcjonalne do natężenia prądu przepływającego przez rezystor R3, którego wartość można dobierać stosownie do wymaganego zakresu zmian tego napięcia. Ze względu na wysoką impedancję wyjścia może być niezbędne zastosowanie dodatkowego bufora - jeśli impedancja obciążenia nie jest znacznie wyższa niż R3. Jeśli układ będzie pracował z niższymi impedancjami obciążenia, napięcie wyjściowe znacznie zmaleje. Rys.10 przedstawia okablowanie modułu skonfigurowanego jako przetwornik F/V.

Tabele 2 i 3 zawierają dane każdego z układów aplikacyjnych.

Uwaga: tylko części wymienione w wykazie elementów konkretnego przetwornika powinny być montowane, tj. w przypadku konstrukcji przetwornika V/F należy wlutować tylko elementy zawarte w wykazie dotyczącym przetwornika V/F.

Wykaz elementów

Przetwornik V/F

Rezystory (0.6W, 1%, metalizowane)
R1, R2, R5, R9 - nie montować
R3 - 100kW
R4 - 6.8kW
R6, R7, R8 - zastąpić zworą
R10, R11, R13 - 10kW
RV1 - nie montować
RV2 - 4.7kW, potencjometr montażowy poziomy

Kondensatory
C1 - 100µF/63V, elektrolityczny
C2 - nie montować
C3 - 1µF
C4 - 100nF, ceramiczny
C5 - 10nF, 1%, polistyrenowy
C6 - 1nF, ceramiczny

Elementy półprzewodnikowe
TR1 - nie montować
IC1 - LM331

Różne
podstawka 8-nóżkowa DIL
koncówki montażowe 1 op.
płytka drukowana 1szt
ulotka
instrukcja
LK1 - montować, LK2 - nie montować

Przetwornik F/V

Rezystory (0.6W, 1%, metalizowane)
R1, R10, R11, R12 - 10kW

Tabela 3. Parametry prototypu przetwornika częstotliwość-napięcie.

Napięcie zasilania	5V - 40V
Pobór prądu zasilania (12V)	6mA
Zakres napięć wyjściowych (12V)	0.05V - 10V
Zakres częstotliwości wejściowych (12V)	50Hz - 10kHz
Napięcie wejściowe	jak napięcie zasilania

R2, R3 - 100kW
R4 - 6.8kW,
R5, R7, R9 - 4.7kW
R6 - 47kW
R8 - 47W
R12 - 68kW
RV1 - 10kW, potencjometr montażo
wy poziomy
RV2 - 4.7kW, potencjometr montażo
wy poziomy

Kondensatory
C1 - 100µF/63V, elektrolityczny
C2 - 100nF
C3 - 1µF
C4 - 100nF, ceramiczny
C5 - 10nF, 1%, polistyrenowy
C6 - 1nF, ceramiczny
Elementy półprzewodnikowe
TR1 - BC337
IC1 - LM331
Różne
podstawka 8-nóżkowa DIL
koncówki montażowe 1 op.
płytka drukowana 1szt
ulotka
instrukcja

Created in Master PDF Editor

KOD BARWNY

Wartość rezystancji w omach, współczynnik temperaturowy w ppm/K (10^{-6}/K)

	Cyfry znaczące	Mnożnik	Tolerancja	Współczynnik temperaturowy	
srebrny	-	x0,01	±10%	-	srebrny
zółty	-	x0,1	±5%	-	złoty
czarny	0	x1	-	±250	czarny
brązowy	1	x10	±1%	±100	brązowy
czerwony	2	$x10^2$	±50	czerwony	
pomarańczowy	3	$x10^3$	±15	pomarańczowy	
żółty	4	$x10^4$		±25	żółty
zielony	5	$x10^5$	±20	zielony	
niebieski	6	$x10^6$	±0,25%	±10	niebieski
fioletowy	7	$x10^7$	±0,1%	±5	fioletowy
szary	8	$x10^8$	-	±1	szary
biały	9	$x10^9$	-	-	biały
brak	-	-	±20%	-	brak

PRZYKŁADY (kod barwny)

pierwszy pasek blisko końca rezystora

3,9 MΩ 20%

trzy paski

pierwszy pasek blisko końca rezystora

750 kΩ 5%

cztery paski

ostatni pasek szerszy o 50...100%

29,4 kΩ 1%

pięć pasków

ostatni pasek szerszy o 50...100%

6,81 kΩ 0,5% 50 ppm/K

sześć pasków

KOD LITEROWO CYFROWY

Przykłady:

Wartość rezystancji	Według IEC	Według MIL
0,22W	R22	-
3,9W	3R9	3R9
75W	75R	750
910W	910R lub K91	911
1,8kW	1K8	182
62kW	62K	623
470kW	470k lub M47	474
56MW	5m6	565
36MW	36m	366
1,54kW	K54	1541
43,2kW	43K2	4322
931kW	931K	9313
1,24mW	1M24	1244

Tolerancja	kod
N - ±30%	
M - ±20%	
K - ±10%	
J - ±5	
G - ±2%	
F - ±1%	
D - ±0,5%	
C - ±0,25%	
B - ±0,1%	
W - ±0,05%	
P - ±0,002%	
L - ±0,001%	
E - ±0,0005%	

Współczynnik temperaturowy	kod
100ppm/K	TO
50ppm/K	T2
25ppm/K	T9
15ppm/K	T10
10ppm/K	T13
5ppm/K	T16
2ppm/K	T18

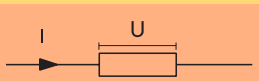
TABELE CIąGÓW

E6	E12	E24
1.0	1.0	1.0
		1.1
	1.2	1.2
		1.3
1.5	1.5	1.5
		1.6
	1.8	1.8
		2.0
2.2	2.2	2.2
		2.4
	2.7	2.7
		3.0
3.3	3.3	3.3
		3.6
	3.9	3.9
		4.3
4.7	4.7	4.7
		5.1
	5.6	5.6
		6.2
6.8	6.8	6.8
		7.5
	8.2	8.2
		9.1

E48	E96	E192	E48	E96	E192	E48	E96	E192	E48	E96	E192	E48	E96	E192
100	100	100	162	162	162	261	261	261	422	422	422	681	681	681
		101			164			264			427			690
	102	102		165	165		267	267		432	432		698	698
		104			167		271				437			706
105	105	105	169	169	169	274	274	274	422	422	422	715	715	715
		106			172			277			488			723
	107	107		174	174		280	280		453	453		732	732
		109			176			284			459			741
110	110	110	178	178	178	287	287	287	464	464	464	750	750	750
		111			180			291			470			759
	113	113		182	182		294	294		475	475		768	768
		114			184			298			481			777
115	115	115	187	187	187	301	301	301	487	487	487	787	787	787
		117			189			305			493			796
	118	118		191	191		309	309		499	499		806	806
		120			193			312			505			816
121	121	121	196	196	196	316	316	316	511	511	511	825	825	825
		123			198			320			517			835
	124	124		200	200		324	324		523	523		845	845
		126			203			328			530			856

E48	E96	E192	E48	E96	E192	E48	E96	E192	E48	E96	E192	E48	E96	E192
127	127	127	205	205	205	332	332	332	536	536	536	866	866	866
		129			208			336			542			876
	130	130		210	210		340	340		549	549		887	887
		132			213			344			556			898
133	133	133	215	215	215	348	348	348	562	562	562	909	909	909
		135			218			352			569			920
	137	137		221	221		357	357		576	576		931	931
		138			223			361			583			942
140	140	140	226	226	226	365	365	365	590	590	590	953	953	953
		142			229			370			597			965
	143	143		232	232		374	374		604	604		976	976
		145			234			379			612			988
147	147	147	237	237	237	383	383	383	619	619	619			
		149			240			388			626			
150		150		243	243		392	392		634	634			
		152			246			397			642			
154	154	154	249	249	249	402	402	402	649	649	649			
		156			252			407			657			
	158	158		255	255		412	412		665	665			
			160		258			417			673			

PODSTAWOWE WZORY

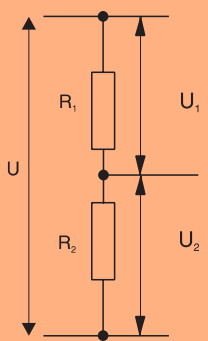


$$R = \frac{U}{I} \qquad P = U * I \qquad U = \frac{P}{I} \qquad I = \frac{P}{U}$$

$$U = I * R \qquad P = \frac{U^2}{R} \qquad U = \sqrt{P * R} \qquad R = \frac{U^2}{P}$$

$$I = \frac{U}{R} \qquad P = I^2 * R \qquad I = \sqrt{\frac{P}{R}} \qquad R = \frac{P}{I^2}$$

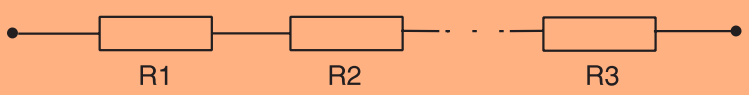
Dzielniki napięcia



$$U = U_1 + U_2 \qquad \frac{U_1}{U_2} = \frac{R_1}{R_2}$$

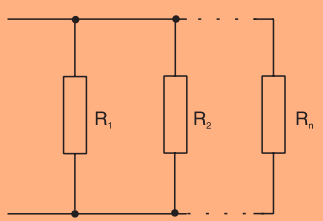
$$U_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} * U$$

Połączenie szeregowe rezystorów



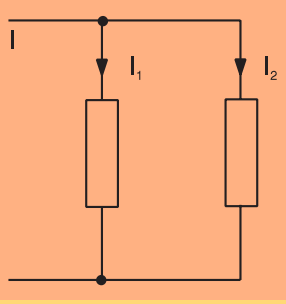
$$R_{tot} = R_1 + R_2 + \ldots + R_n$$

Połączenie równoległe rezystorów



$$\frac{1}{R_{tot}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \ldots + \frac{1}{R_n}$$

Rozpływ prądów



$$I = I_1 + I_2$$

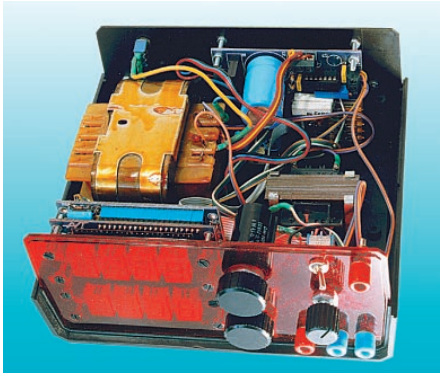
$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1}$$

$$I_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} * I$$

Zasilacz amatorski

KIT AVT 2001

(część I)



Właściwości:

- Prostota i taniość konstrukcji
- Możliwości dostosowania konstrukcji do aktualnych potrzeb
- Prawie nieograniczone możliwości rozbudowy

Zastosowanie:

- Uniwersalny zasilacz do pracowni elektronika amatora
- Po rozbudowie zasilacz może być stosowany także do celów profesjonalnych

Każde urządzenie elektroniczne musi posiadać układ zasilający. Zasilacze urządzeń elektronicznych możemy z pewnym przybliżeniem podzielić na dwa podstawowe rodzaje: zasilacze sieciowe i chemiczne, wykorzystujące energię zgromadzoną w bateriach lub akumulatorach. Oczywiście, istnieją jeszcze inne rodzaje zasilaczy: np. zasilacze wykorzystujące energię światła (być może najbardziej przyszłościowy sposób pozyskiwania energii elektrycznej). Takie zasilacze spotykamy bardzo często w codziennym życiu: jest to sposób zasilania wielu kalkulatorów "na światło". W tym artykule zajmiemy się jednak wyłącznie zasilaczami sieciowymi, a konkretnie uniwersalnym zasilaczem laboratoryjnym, skonstruowanym specjalnie dla potrzeb amatorów.

Jeszcze raz dokonajmy podziału, tym razem już tylko zasilaczy sieciowych. Dzielą się one na dwa podstawowe rodzaje: zasilacze wyspecjalizowane, przeznaczone do współpracy z określonym urządzeniem i zasilacze uniwersalne przeznaczone do uruchamiania i testowania urządzeń elektronicznych w warunkach laboratoryjnych.

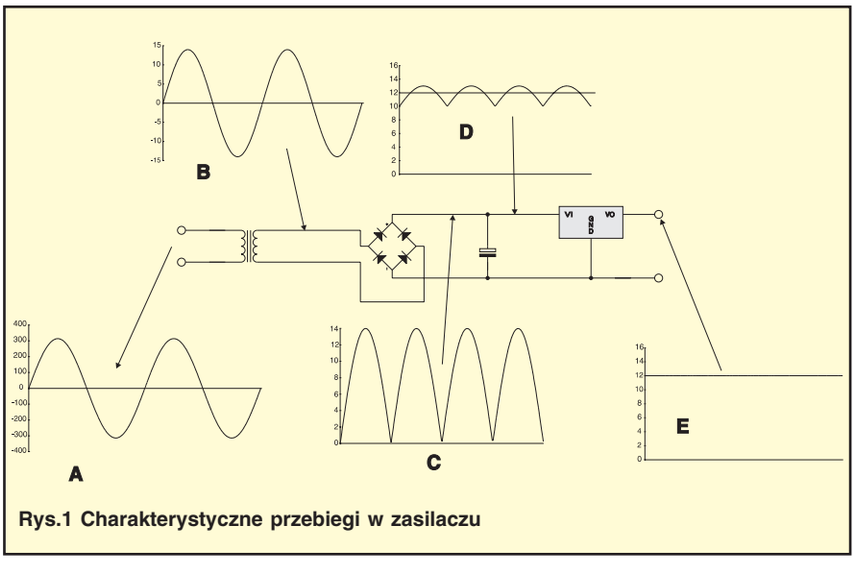
Większość klasycznych zasilaczy sieciowych składa się z następujących bloków konstrukcyjnych:

- transformator sieciowy
- prostownik
- kondensator filtrujący
- stabilizator napięcia

1. Transformator sieciowy pełni w zasilaczu dwie role. Po pierwsze, obniża napięcie sieci energetycznej do potrzebnej wartości. Większość urządzeń elektronicznych zasilanych jest napięciami z przedziału 3...100V prądu stałego. Gdybyśmy zastosowali zasilanie bezpośrednio z sieci prądu przemiennego 220V, to po wyprostowaniu (zdecydowana większość urządzeń elektronicznych wymaga zasilania prądem stałym) i wygładzeniu otrzymalibyśmy napięcie wynoszące ok. 314V! Zatem konieczne jest obniżenie tego napięcia.

Drugą, bardzo ważną rolą transformatora sieciowego jest galwaniczna izolacja zasilanego urządzenia od sieci energetycznej. Przy braku takiej izolacji nasze urządzenia byłyby po prostu niebezpieczne w użyciu: w niesprzyjających warunkach ich dotknięcie groziłoby porażeniem prądem. Na transformatorze sieciowym nawinięte są dwa (niekiedy więcej) uzwojenia: pierwotne, w którym płynie prąd z sieci 220V i wtórne, w którym indukują się potrzebne nam napięcia, z reguły znacznie niższe od sieciowego. Uzwojenie (lub uzwojenia) wtórne oddzielone są od pierwotnego grubą warstwą izolacji, odpornej na przebicie napięciem wielokrotnie wyższym od sieciowego. Tak więc zadaniem transformatora jest dostarczenie do dalszej części zasilacza prądu przemiennego o odpowiednio zmniejszonym napięciu i odizolowanie urządzenia od sieci. W dalszej części artykułu omówimy pokrótce inne cechy stosowanych w zasilaczach transformatorów.

2. Kolejnym segmentem każdego zasilacza jest **prostownik**. Jak powiedziano wyżej, transformator dostarcza napięcia o wartości odpowiedniej dla zasilania danego urządzenia . Jest to jednak dalej prąd przemienny (nie mylić ze zmiennym) zmieniający kierunek przepływu 50 razy na sekundę, zupełnie nie nadający się do zasilania większości układów elektronicznych. Dlatego też skierowany on zostaje do układu prostującego, zamieniającego go na prąd **zmienny (tak!)**, pulsujący, nie zmieniający już wprawdzie kierunku przepływu ale nadal zmieniający napięcie od zera do wartości nominalnej i to nawet 100 razy na sekundę! Na **rysunku 1**widzimy przebiegi napięcia w sieci energetycznej (A), po obniżeniu napięcia przez transformator (B) i na wyjściu prostownika (C). Prąd otrzymany z prostownika musimy więc wygładzić i tę rolę powierzymy kondensatorowi filtrującemu napięcie. Na tym kondensatorze otrzymujemy już napięcie stałe, ale jeszcze bardzo dalekie od potrzebnego nam ideału.



Rys.1 Charakterystyczne przebiegi w zasilaczu

3.Kondensator filtrujący pełni w układzie rolę podobną do elektrowni szczytowo - pompowej. Magazynuje on dostarczoną mu energię i podczas przerw w jej dostawach oddaje ją do zasilanego układu. Rysunek 1 przedstawia w uproszczony sposób przebieg napięcia na kondensatorze filtrującym (D).

W wielu przypadkach taki zasilacz, dostarczający napięcia tętniącego może okazać się wystarczający. Ma on jednak dwie wady: wiele urządzeń elektronicznych, a w szczególności elektroakustycznych nie będzie poprawnie pracować przy dużym współczynniku tętnień i przy nieuniknionych zmianach napięcia pochodzących zarówno z sieci energetycznej jak i będących skutkiem zmiennego obciążenia zasilacza. Ponadto, zasilacz taki dostarcza tylko jednego napięcia, a do uruchamiania i testowania rożnych urządzeń będziemy z pewnością potrzebować różnych napięć. A zatem nasz zasilacz będziemy musieli wyposażyć w jeszcze jeden element, a mianowicie stabilizator napięcia.

4.Stabilizator napięcia jest wyposażony w ogranicznik prądu wypływającego z zasilacza, co pozwala niejednokrotnie uniknąć uszkodzenia cennego, lecz błędnie zmontowanego urządzenia. Wyidealizowany obraz przebiegu napięcia na wyjściu stabilizatora widzimy na rysunku 1E. Nawet najlepszy stabilizator nie zapewni nam jednak tak równego i pozbawionego tętnień napięcia. W większości zastosowań, czy to profesjonalnych, czy amatorskich, niewielkie tętnienia pozostające zawsze na wyjściu każdego zasilacza sieciowego i nie mają najmniejszego nawet znaczenia. Pamiętajmy, że **napięcie całkowicie pozbawione tętnień uzyskać możemy jedynie z baterii lub akumulatora.**

Założenia projektowe

Sprecyzujemy teraz nasze wymagania wobec projektowanego zasilacza. Powinien on dostarczać napięcia stałego o wartości odpowiedniej do zasilania większości urządzeń elektronicznych. Wartość tego napięcia powinna być regulowana. Rozróżniamy dwa sposoby regulacji napięcia wyjściowego zasilaczy: płynną i skokową. W pierwszym wypadku dysponujemy nieograniczoną ilością różnych napięć, oczywiście, w zakresie określonym parametrami naszego zasilacza. Najczęściej jest to zakres 3...30V. Regulacji napięcia dokonujemy za pomocą potencjometru, w większości przypadków ze względu na konieczną precyzję potencjometru wielo-obrotowego. Zasilacz tego typu powinien być wyposażony w wbudowany woltomierz, co zwiększa koszty jego wykonania. Płynna regulacja napięcia potrzebna będzie tym, którzy mają zamiar dokonywać licznych eksperymentów ze swoimi urządzeniami i badać ich działanie w różnych warunkach.

Drugim sposobem regulacji napięcia wyjściowego zasilaczy warsztatowych jest regulacja skokowa. Najczęściej potrzebujemy tylko kilku wartości napięcia, takich jak: 3, 5, 6, 9, 12, 14,5V (ta ostatnia wartość będzie nam potrzebna do uruchamiania urządzeń przeznaczonych do instalacji samochodowej, o czym wspomnimy jeszcze w dalszej części artykułu). Wymienione wyżej wartości są tylko przykładowe i każdy będzie mógł zaprogramować swój zasilacz według indywidualnych potrzeb. Możemy więc skonstruować zasilacz dostarczający tylko tych napięć, przełączanych skokowo. Takie rozwiązanie może nas postawić w kłopotliwej sytuacji, kiedy będziemy chcieli na przykład sprawdzić czy urządzenie zaprojektowane do pracy pod napięciem 12V będzie działać poprawnie jeszcze przy 13V.

Jak widzimy, obydwa omówione rozwiązania mają swoje zalety i wady. Które więc wybrać? Odpowiedź jest prosta: obydwa naraz! Tak, tak właśnie postąpimy: zbudujemy zasilacz, który w wersji podstawowej będzie posiadał skokową regulację napięcia. Na początku nie musimy go wyposażać w woltomierz. Ale kiedy jego możliwości przestaną nam wystarczać to przypomnimy sobie, że ostatnia pozycja w skokowym przełączniku napięcia została zarezerwowana na regulację płynną. Wystarczy wtedy dobudować woltomierz cyfrowy (specjalnie skonstruowany do zasilaczy amatorskich moduł AVT-2004), dodać dwa rezystory i potencjometr wieloobrotowy i gotowe!

Następnym parametrem, jaki musimy ustalić jest maksymalna wydajność prądowa zasilacza. Autor sądzi, że maksymalny prąd potrzebny do zasilania urządzeń amatorskich nie przekracza 1A. Ale i tu pozostawimy sobie otwartą furtkę: nasz zasilacz będzie konstrukcją w pełni uniwersalną: przez prostą wymianę transformatora, tranzystora regulacyjnego i ewentualnie radiatora chłodzącego ten tranzystor będziemy mogli uzyskać praktycznie dowolnie wielkie prądy wyjściowe. Na razie jednak nie wpędzajmy się w koszty i pozostańmy przy maksymalnym prądzie 1A.

Kolejna ważna sprawa: z konstrukcjami amatorskimi (i nie tylko amatorskimi) różnie bywa i nieraz chwila nieuwagi, odwrotnie włożona w podstawkę kostka i nadmierny prąd płynący przez układ może zniszczyć cenne elementy. Tak więc nasz zasilacz zostanie wyposażony w układ ograniczający dostarczany przez niego prąd. Za dolną granicę ograniczenia prądowego przyjmiemy wartość 10mA, a za górną tymczasowo 1A. Zarówno dolną jak i górną granicę ograniczenia prądowego będziemy mogli w przyszłości łatwo zmienić: wystarczy wymienić tylko jeden opornik. Regulację maksymalnego prądu wyjściowego możemy przeprowadzać zarówno skokowo jak i płynnie. Ze względu na chęć uproszczenia układu i zminimalizowania kosztów wybieramy na razie metodę drugą. Zawsze jednak będziemy mogli zmienić decyzję dodając przełącznik wielopozycyjny i kilka rezystorów.

Ostanie wymaganie względem naszego wymarzonego urządzenia: warto by było wyposażyć go w dodatkowe źródło zasilania, taki zasilacz w zasilaczu, przeznaczony do zasilania układów pomocniczych, na przykład

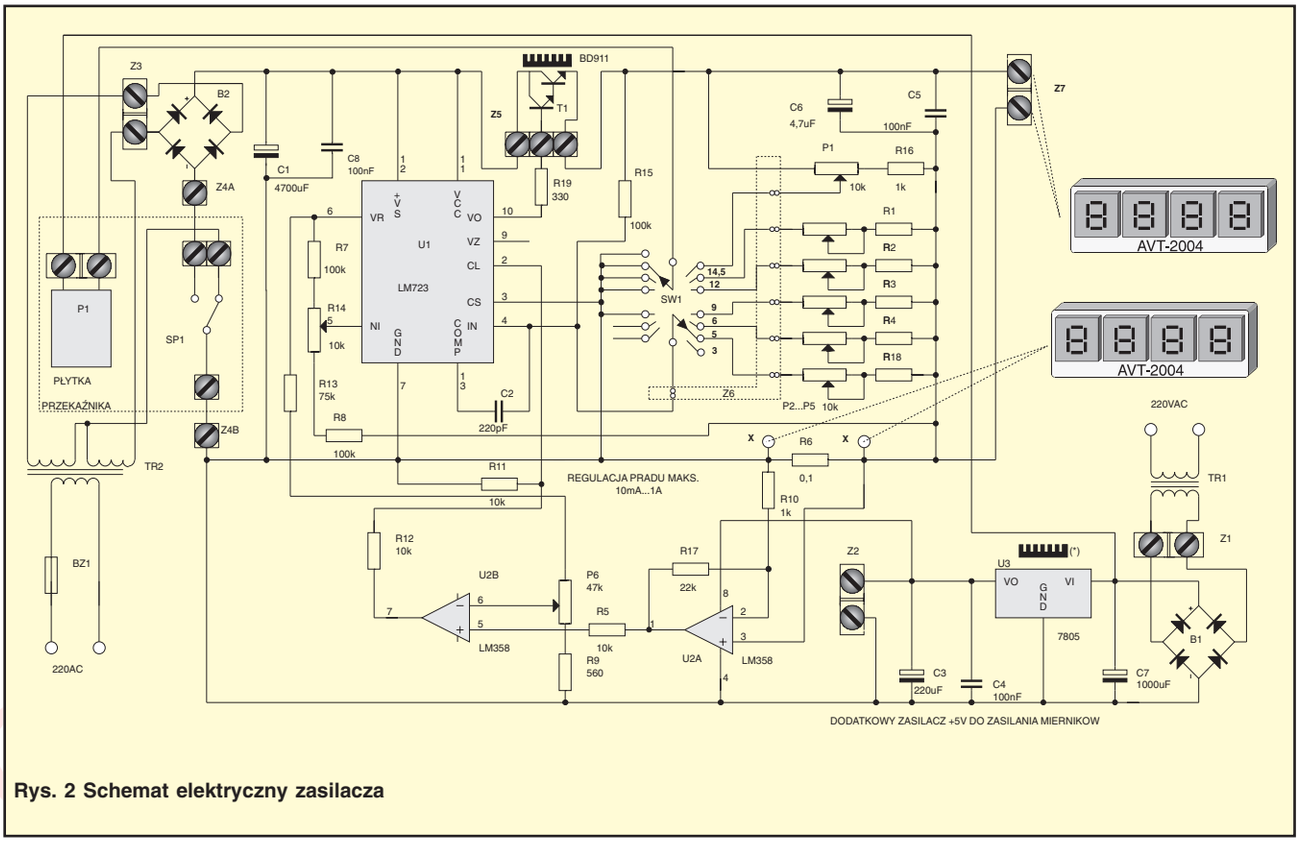
amperomierza i woltomierza, w które to od razu lub w przyszłości wyposażymy nasz układ.

Wszystkie powyższe postulaty zostały spełnione i odpowiadający im zasilacz został zaprojektowany, wykonany i przeszedł męczarnie przy długotrwałych próbach.

Opis działania

Schemat ideowy zasilacza został przedstawiony na **rysunku 2.** Pomimo sporej ilości użytych elementów układ wcale nie jest skomplikowany i odczytanie schematu nie nastręczy nikomu kłopotu. Dla wygody możemy nasz układ podzielić na następujące bloki funkcjonalne: blok stabilizatora napięcia (LM723) z tranzystorem wykonawczym mocy, prostownikiem wejściowym i dzielnikami napięcia, blok układu ograniczenia prądowego z wzmacniaczem operacyjnym LM358 i blok zasilacza pomocniczego dostarczającego napięcia +5VDC do zasilania urządzeń pomiarowych. Omówimy kolejno te bloki.

Stabilizator napięcia został zrealizowany z wykorzystaniem popularnego układu scalonego LM723. Kostka ta, będąca Matuzalemem wśród standardowych układów scalonych, ma się nadal dobrze i doskonale nadaje się do naszych celów. LM723 ma jedną, istotną przewagę nad monolitycznymi scalonymi stabilizatorami napięcia w rodzaju popularnego LM317: nie narzuca konstruktorowi żadnych ograniczeń co do maksymalnego prądu wyjściowego (jest to zależne tylko od typu tranzystora wykonawczego), łatwo z nią możemy zrealizować regulowane ograniczenie prądu wyjściowego, posiada wyprowadzone, wysokostabilne źródło napięcia odniesienia, co jak za chwilę się okaże jest niekiedy bardzo użyteczne. Jedynym ograniczeniem jest maksymalne napięcie wejściowe, wynoszące ok. 35V (różnie podawane przez producentów). W naszym przypadku to ograniczenie nie ma najmniejszego znaczenia, ale warto wiedzieć, że z układem 723, stosując różne "sztuczki" konstrukcyjne można budować zasilacze dostarczające nawet setek woltów. W wyborze układu 723 miała też znaczenie jego przystępna cena. 723 był już szczegółowo omawiany w tylu publikacjach, że tym razem możemy opis jego budowy wewnętrznej skrócić do minimum i przejść od razu do naszej konkretnej aplikacji. Układ 723, którego strukturę wewnętrzną przedstawiono w uproszczonej formie na **rys. 3**, posiada wbudowane wysokostabilne źródło napięcia odniesienia. W zależności od wersji układu i producenta napięcie to wynosi od 7,1 do 7,4V i w danym egzemplarzu układu jest praktycznie niezależne od czynników zewnętrznych. Nawet tortury, polegające na przypiekaniu kostki lutownicą, nie były w stanie w znaczący sposób zmienić wartości tego napięcia. Drugim ważnym elementem struktury 723 jest komparator napięcia. Na jedno z jego wejść (nieodwracające) podajemy wzorcowe napięcie odniesienia, a na wejście odwracające - napięcie z wyjścia zasilacza. Komparator napięcia steruje za pośrednictwem wewnętrznego wzmacniacza zewnętrznym tranzystorem mocy T1, tak ustalając parametry jego pracy aby obydwa napięcia - odniesienia i wyjściowe były sobie równe. Przy takim połączeniu otrzymalibyśmy stabilizator bardzo dokładny, ale tylko jednego i to nie bardzo nam potrzebnego napięcia: 7,3V. Zmianę napięcia możemy uzyskać dodając na wyjściu zasilacza dzielnik, tak aby komparator porównywał napięcie odniesienia z ustaloną częścią napięcia wyjściowego. Takie rozwiązanie byłoby dobre, gdybyśmy chcieli korzystać z napięć o wartości powyżej 7,3V. Nam jednak potrzebne są także napięcia mniejsze i dlatego musimy napięcie odniesienia odpowiednio zmniejszyć. Uczynimy to za pomocą dzielnika składającego się z rezystorów R7, R8 i potencjometru montażowego P8. Zauważmy, że zredukowane napięcie odniesienia musi być mniejsze lub równe minimalnemu napięciu jakie chcemy pobierać z naszego zasilacza, czyli w naszym układzie Uref<=3V. Takie też napięcie



Rys. 2 Schemat elektryczny zasilacza

ustawimy na wejściu NI podczas uruchamiania urządzenia. Zamiast wspomnianego układu dzielnika napięcia moglibyśmy zastosować pojedynczy potencjometr regulacyjny, lecz dodanie dwóch rezystorów znacznie zwiększa precyzję dzielnika i ułatwia ustawienie potrzebnego napięcia odniesienia.

Wejście odwracające komparatora połączone jest na stałe, za pośrednictwem rezystora R15 z wyjściem zasilacza. Tak więc, jeżeli do wejścia tego nie dołączymy żadnego rezystora redukującego istniejące na nim napięcie, to na wyjściu naszego zasilacza otrzymamy dokładnie trzy wolty. I o to właśnie chodziło. Jak widać na schemacie, przełącznik SW1 ustawiony na pierwszej pozycji nie dołącza żadnego rezystora do tego wejścia i w tej pozycji otrzymujemy na wyjściu pierwsze z żądanych napięć - 3V. Przełączanie SW1 na kolejne pozycje powoduje dołączanie do wejścia odwracającego komparatora kolejnych zespołów: rezystor + potencjometr montażowy. Zastosowanie potencjometru połączonego w szereg z rezystorem miało na celu ułatwienie programowania zasilacza i zwiększenie precyzji ustawiania napięć. Zasady doboru rezystorów R1...R4 i R18 zostaną dokładnie omówione w części artykułu poświęconej uruchamianiu układu. Rozwiązanie polegające na dołączeniu wejścia odwracającego komparatora poprzez rezystor R15 do wyjścia zasilacza i dołączanie elementów dzielników napięcia od strony minusa zasilania zostało zastosowane nie przypadkowo. Unikamy w ten sposób niekontrolowanych skoków napięcia aż do wartości maksymalnej, które mogłyby się zdarzyć gdybyśmy rezystory dzielnika dołączali od strony wyjścia zasilacza. Każdy przełącznik wielopozycyjny posiada bowiem "martwe pola" kiedy to styk centralny nie jest zwarty z żadnym innym. Ostatnia pozycja przełącznika SW1 dołącza do wejścia komparatora dzielnik napięcia złożony z potencjometru wieloobrotowego P1 i rezystora R16. W tej pozycji przechodzimy na regulację płynną napięcia wyjściowego. Zastosowanie potencjometru wieloobrotowego pozwoliło uzyskać znaczną precyzję tej regulacji.

Cały układ zasilany jest z prostownika B2. Kondensator C1 redukuje tętnienia na wyjściu prostownika, a kondensator C8 zwiera do masy ewentualne krótkie przepięcia pochodzące z sieci energetycznej. Dołączony do wejść COMP i IN kondensator C2 zapobiega wzbudzaniu się komparatora i wzmacniacza prądowego w LM723. Zauważmy jeszcze, że wszystkie dzielniki napięciowe zostały dołączone nie do wspólnej masy lecz bezpośrednio do wyjścia zasilacza, za rezystorem pomiarowym R6. Na rezystorze tym przy pełnym obciążeniu zasilacza (1A) powstanie spadek napięcia ok. 100mV i gdybyśmy dzielniki połączyli z masą, to o taką maksymalnie wartość zmieniłoby się ustawione bez obciążenia napięcie wyjściowe.

Następnym blokiem funkcjonalnym zasilacza, który omówimy jest **układ ograniczenia prądowego**. Najwyższa pora, aby autor wytłumaczył się, dlaczego zrezygnował z wbudowanego w strukturę LM723 układu ograniczenia prądu wyjściowego i nakłania Czytelników do wydawania pieniędzy na dodatkowy element - wzmacniacz operacyjny LM358? Przypomnijmy sobie, jakie wymagania ma spełniać budowany zasilacz: ma zapewniać bezpieczne uruchamianie układów pobierających niewiele prądu. Obecnie konstruowane urządzenia amatorskie, szczególnie te zrealizowane w technologii CMOS pobierają przy prawidłowej pracy kilka miliamperów i przyjęliśmy dolny próg ograniczenia prądowego równy 10mA a górny 1A. Gdyby wykorzystać wewnętrzny układ "zaszyty" w LM723 to graniczne wartości rezystorów pomiarowych wyniosłyby odpowiednio 600 i 0,6Ω. Wyższe wartości tej rezystancji ograniczyłyby znacznie dynamikę zasilacza a o zastosowaniu potencjometru nie byłoby nawet mowy. Dlatego też postanowiono zastosować jeden rezystor pomiarowy o wartości 0,1Ω (wartość przyjęta nie przypadkowo, ułatwi to obliczenia i ewentualne podłączenie amperomierza) i odpowiednio wzmocnić odkładające się na nim napięcie. Opracowując ten fragment konstrukcji zasilacza autor "czerpał natchnienie" z artykułu autorstwa red. P. Góreckiego opisującego "Szybki bezpiecznik elektroniczny DC" w EP 4/95. W układzie ograniczenia prądowego zastosowano popularny i tani wzmacniacz operacyjny typu LM358. Interesującą cechą tego wzmacniacza jest to, że może on pracować z napięciami wejściowymi bliskimi ujemnemu napięciu zasilania i odpowiednio wzmocnić napięcie z rezystora pomiarowego R6. Pierwszy ze wzmacniaczy (w obudowie mamy dwa identyczne wzmacniacze operacyjne) - U2A pracuje w układzie wzmacniacza odwracającego o wzmocnieniu ograniczonym sprzężeniem zwrotnym. Tak więc o wartości wzmocnienia decydować będzie rezystor R17. Drugi wzmacniacz wykorzystamy jako komparator napięcia. Będzie on porównywał napięcie z wyjścia U2A, które jest wprost proporcjonalne do prądu płynącego przez rezystor pomiarowy R6 z napięciem wzorcowym, ustalanym za pomocą potencjometru P7. Wewnątrz układu LM723 znajduje się dodatkowy tranzystor NPN z kolektorem "fabrycznie" połączonym z bazą tranzystora stopnia wejściowego. Włączenie tego tranzystora spowoduje natychmiastowe zatkania tranzystorów wyjściowych naszego zasilacza. Tak wiec mamy już wszystkie potrzebne elementy bloku ograniczenia prądowego: U2A wzmacnia napięcie pobierane z rezystora pomiarowego, U2B porównuje je z zadanym napięciem wzorcowym i steruje tranzystorem wewnątrz struktury U1. Tylko skąd mamy wziąć to napięcie wzorcowe? Okazuje się, że mamy je podane jak na talerzu: możemy wykorzystać wzorcowe napięcie odniesienia z wyjścia VR (pin 6) układu U1. Tak więc staruszek LM723 jeszcze raz wykazał swoją użyteczność. Na razie świadomie pomijamy sprawę doboru wartości rezystorów w obu omówionych blokach, ponieważ zajmiemy się tym w części opisu dotyczącej montażu i uruchamiania naszego zasilacza.

Kolejnym blokiem wymagającym choćby krótkiej wzmianki jest zasilacz pomocniczy. Jest to trywialna konstrukcja zasilacza jednonapięciowego, wykorzystująca popularny i tani stabilizator typu 7805. Zasilacz pomocniczy dostarcza dokładnie stabilizowanego napięcia o wartości 5V. Niezależnie od podstawowej funkcji, jaką jest zasilanie dwóch mierników cyfrowych, możemy go także wykorzystać do zasilania testowanych urządzeń. Zależnie od typu zastosowanego transformatora TR1 może on dostarczyć prądu o natężeniu do 1A.

Zbigniew Raabe

c.d. w EdW 3/96

Created in Master PDF Editor

Latarka z regulacją jasności świecenia.

kit AVT-2005

Zastosowanie

Bezstratna regulacja siły światła żarówek zasilanych prądem stałym. Modernizacja latarek turystycznych.

Zasilanie: 6...12VDC z baterii latarki

Pobór prądu przez układ: ok.10mA (+ pobór prądu przez żarówkę).

Do czego to służy.

Każdy, kto kiedykolwiek przebywał na obozach wędrownych czy kempingach wie, jakie znaczenie ma posiadanie niezależnego źródła oświetlenia - latarki elektrycznej. Nowoczesne latarki, szczególnie te z żarówkami halogenowymi czy kryptonowymi charakteryzują się najczęściej bardzo dużą siłą światła, która w wielu sytuacjach wcale nie jest wykorzystywana. Jeżeli np. siedzimy w ciasnym namiocie to ostre, kłujące w oczy światło latarki z żarówką kryptonową nie jest nam do niczego potrzebne. Ogromne znaczenie ma też szybkie zużywanie się bardzo obecnie kosztownych baterii.

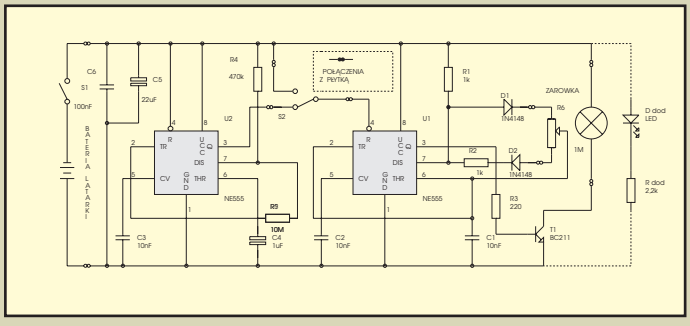
Ograniczenie siły światła przez ograniczenie prądu lub napięcia zasilającego żarówkę nie przyniosło by najmniejszej oszczędności w zużyciu energi elektrycznej. Jedynym sensownym rozwiązaniem jest impulsowe zasilanie żarówki w latarce, ciągiem impulsów prostokątnych o zmiennym wypełnieniu. W takim wypadku moc strat wydzielana na tranzystorze regulacyjnym jest pomijalna i uzyskujemy rzeczywistą oszczędność w zużyciu energii i efektywną regulację siły światła od zera do maksimum.

Zastosowanie: Bezstratna regulacja siły światła żarówek zasilanych prądem stałym. Modernizacja latarek turystycznych.
Zasilanie: 6...12VDC z baterii latarki
Pobór prądu przez układ: o k . 1 0 m A (+pobór prądu przez żarówkę).

Opracowany układ realizuje dwie funkcje: płynnej regulacji jasności świecenia w zakresie od 99% do blisko 0 oraz pozwala przełączyć latarkę w tryb pracy przerywanej. Druga możliwość może znaleźć zastosowanie w sytuacji, kiedy chcemy użyć latarki jako sygnalizatora generującego błyski o częstotliwości ok. 0,5Hz. Oczywiście, obie funkcje mogą być zastosowane symultanicznie.

Jak to działa?

Schemat regulatora został przedstawiony na rys. 1. Urządzenie składa się z dwóch generatorów zbudowanych z wykorzystaniem układów scalonych NE555. Układ ten pracuje w typowym układzie generatora multistabilnego, jednak zamiast typowego rezystora stałego pomiędzy wyprowadzenia 7 i 6 NE555 włączony został potencjometr i dwie, odwrotnie spolaryzowane diody. Zmiana ustawienia potencjometru powoduje zmianę proporcji czasu ładowania i rozładowywania kondensatora C1. Umożliwia to płynną, proporcjonalną regulację szerokości zarówno ujemnych jak i dodatnich impulsów generowanych przez układ. Bezwładność włókna żarówki i oka ludzkiego nie pozwala zauważyć, że żarówka zasilana jest impulsowo. Zaobserwować zjawisko migotania światła można by było dopiero poniżej częstotliwości ok. 30 ...40 Hz. Generator z U1 wytwarza ciąg impulsów o częstotliwości ok. 1kHz, tak że o jakimkolwiek migotaniu światła żarówki nie może być mowy. Generator ten steruje z wyjścia Q tranzystorem T1 zasilającym “od minusa”



Rys. 1

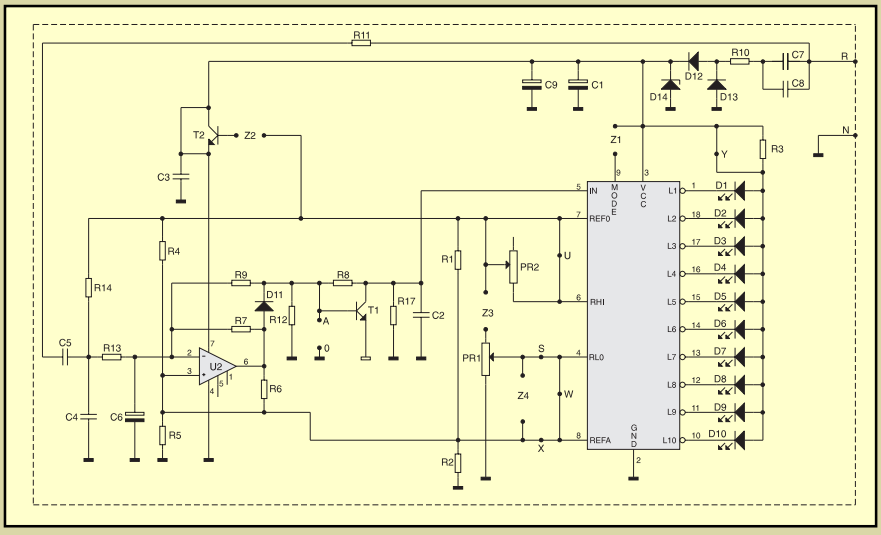
APLIKACJE UKŁADÓW LM 3914/5/6 część 1

Przedstawiamy wielofunkcyjną płytkę drukowaną PW02, na której można zmontować wiele ciekawych układów, takich jak: monitor stanu akumulatora samochodowego, miernik wysterowania (VU-metr), prosty woltomierz, amperomierz, miernik siły wiatru, monitor napięcia sieci energetycznej, miernik refleksu, miernik mocy, prosty sonometr, oryginalną iluminofonię, sterowanie reklamy świetlnej, obrotomierz samochodowy, termometr. W tym artykule przedstawiamy dwa pożyteczne urządzenia:

- monitor stanu akumulatora samochodowego,

- wskaźnik wysterowania (VU-metr).

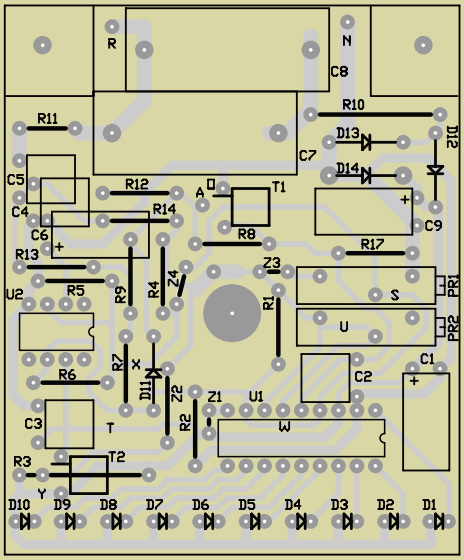
Oczywiście, płytka PW-02, jak też układy scalone są dostępne w ofercie handlowej AVT.



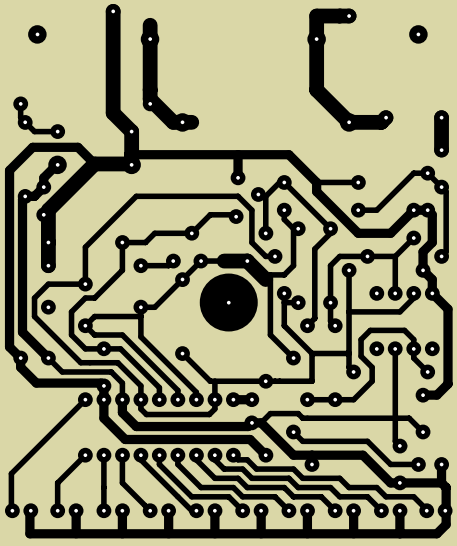
Rys. 2. Pełny schemat elektryczny dla płytki PW-02.

Wspólną cechą wszystkich urządzeń montowanych na tej płytce jest obecność kostki sterującej LM3914, 3915 lub 3916 oraz linijki świetlnej zbudowanej z dziesięciu diod LED.

Ponieważ płytka jest przeznaczona do różnych układów, przewidziano na niej miejsce dla licznych elementów, z których tylko niektóre będą montowane w danym przypadku. **Rysunek 1** przedstawia wygląd naszej płytki. Natomiast układ połączeń i wszystkie elementy, jakie mogą być zamontowane pokazane są na schemacie na **rysunku 2**. Jak widać ze schematu, zmontowanie wszystkich pokazanych elementów nie miałoby sensu, dlatego przy poszczególnych urządzeniach będziemy zamieszczać dodatkowe rysunki i fotografie płytki ułatwiające montaż, pokazujące tylko użyte aktualnie podzespoły.



Rys. 1. Wygląd płytki.



Przed zapoznaniem się z treścią arykułu proponujemy zajrzeć do ramki zawierającej zwięzły opis podstawowych właściwości układów LM3914-3916. Spośród różnych układów scalonych przeznaczonych do sterowania linijką diod LED te są najbardziej uniwersalne. Materiał zawarty w ramce nie przedstawia wszystkich właściwości kostek i możliwości ich stosowania, na przykład do sterowania wskaźników fluorescencyjnych, LCD, lub do budowy wskaźników o większej liczbie diod. Zainteresowanych odsyłamy do katalogu, ponadto w jednym z najbliższych numerów siostrzanej Elektroniki Praktycznej podamy szereg dalszych informacji na temat tych kostek. Jesteśmy pewni, że nasi Czytelnicy będą ich często używać i znajdą dla nich wiele ciekawych zastosowań.

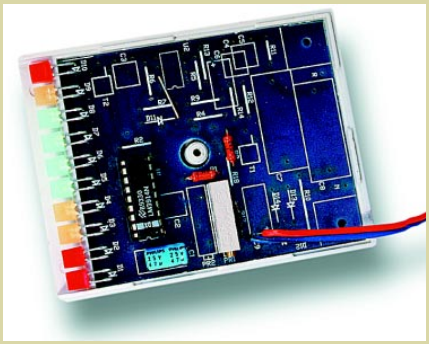
Przystępujemy teraz do opisu wykonanych urządzeń.

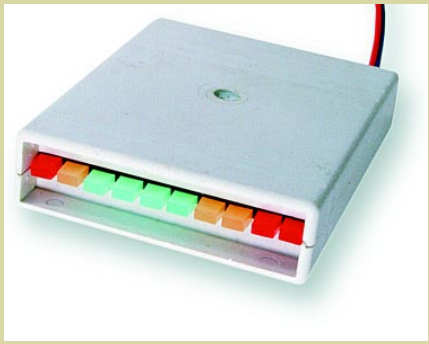
1. Monitor stanu akumulatora samochodowego

W literaturze pojawiło się wiele rozwiązań wskaźników napięcia akumulatora. Duża część z nich to układy zawierające dwie lub trzy diody LED informujące, czy napięcie jest właściwe, za małe, czy może za wysokie. Niestety, takie informacje mają małą przydatność praktyczną, ponieważ akumulator akumulatorowi nie równy, a i różne źródła podają odmienne napięcia progowe.

Akumulatory samochodowe mają stosunkowo niewielką żywotność, niekiedy tylko dwa, trzy lata. W tym czasie zmieniają się ich parametry, nie tylko napięcie, ale przede wszystkim rezystancja wewnętrzna. Informacji o rzeczywistym stanie akumulatora dostarczy więc nie tyle napięcie, co raczej obserwacja przez dłuższy okres czasu **zmian napięcia** w różnych warunkach pracy. Nasz wskaźnik dostarczy nader istotnej informacji, mianowicie o ile spada napięcie podczas rozruchu. Jego wskazanie będzie też informować o pracy alternatora i regulatora ładowania.

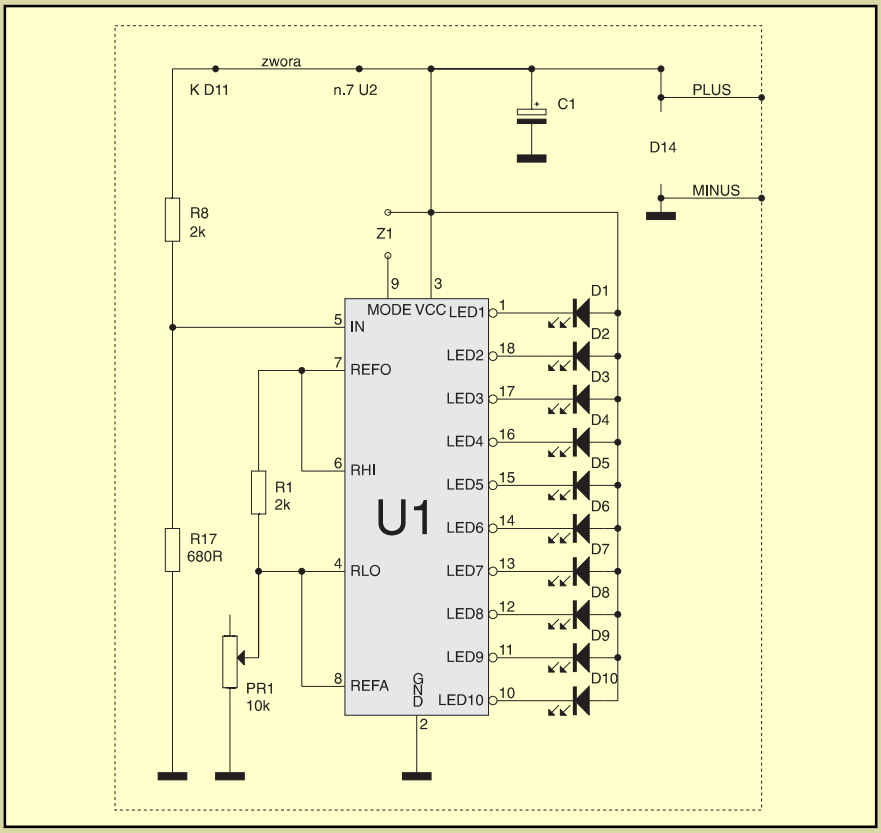
Systematyczne niedoładowanie, podobnie jak przeładowanie, nie jest zdrowe dla akumulatora. Nasz prosty przyrząd okaże się rzeczywiście pożyteczny, trzeba jednak zapoznać się z nim przez pewien okres czasu, żeby dobrze zinterpretować jego wskazania.





Fot. 1. Gotowy monitor.

Nasz monitor ma rozdzielczość dużo lepszą niż większość popularnych wskaźników - pokazuje napięcie akumulatora w zakresie 10...15V z dokładnością 0,5V. W modelu zastosowano różnobarwne diody wskazujące swoim kolorem stan akumulatora. Kolorami diod modelu nie należy się nadmiernie przejmować, ponieważ w różnych samochodach i akumulatorach progi "dobry", "zły" mogą się nieco różnić. Jednak ogólne zasady są takie same: nie należy przekraczać napięcia ładowania 14,4V, natomiast napięcie poniżej 11V niechybnie wskazuje na rozładowanie akumulatora.



Rys. 3. Schemat elektryczny monitora.

Schemat ideowy monitora pokazano na **rysunku 3**, sposób montażu elementów na **rysunku 4**, a na **fotografii 1** można zobaczyć gotowy model.

Na schemacie zastosowano taką samą numerację elementów jak na **rysunku 2**, a to dla ułatwienia montażu. Choć numeracja użytych elementów nie jest ciągła, nie będzie wątpliwości, w kórym miejscu należy wlutować dany element.

Dla uzyskania liniowej skali zastosowano kostkę LM3914.

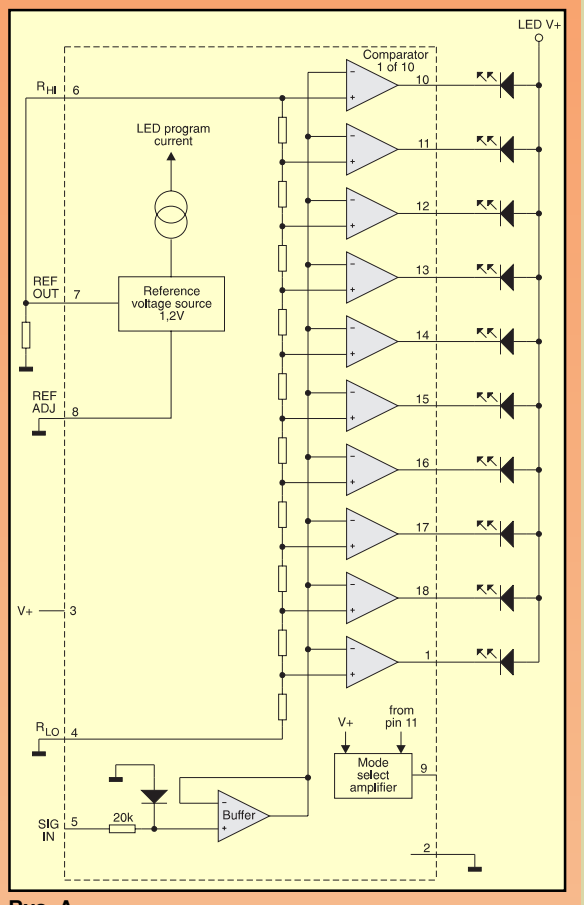
Zdecydowano się na wyświetlanie punktowe, nóżka 9 pozostaje więc niepodłączona.

Jak widać na **rysunku 3**, wewnętrzną drabinkę rezystorową (nóżki 4,6) dołączono do napięcia 1,28V występującego zawsze między nóżkami 7 i 8. Zgodnie z zasadami podanymi w ramce, przy zmianie napięcia akumulatora od 10,5V do 15V zmiany napięcia na wejściu (nóżka 5) mają wynosić 1,28V. Przy napięciu poniżej 10,5V nie będzie więc świecić żadna dioda, w zakresie 10,5...14,5 będzie świecić jedna z dziewięciu diod D1 - D9, dla napięć powyżej 15V - ostatnia dioda D10 świadcząca o zbyt dużym prądzie ładowania albo o nadmiernym wzroście rezystancji wewnętrznej akumulatora.

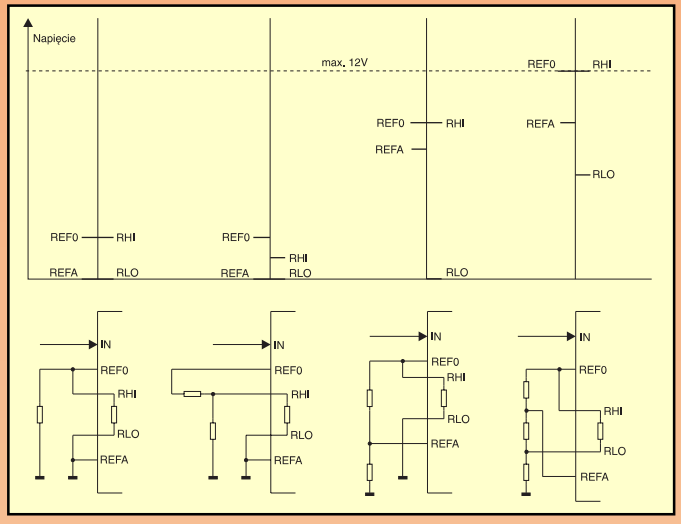
Dla uzyskania takich wskazań zastosowano dzielnik napięcia (R8, R17) o takim stopniu podziału, żeby przy napięciu akumulatora równym 10V napięcie na wejściu układu scalonego (nóżka 5) wynosiło 2,56V, a przy 15V - 3,84V, takie bowiem napięcia występują na nóżkach 7 i 8. Zastosowano rezystory R8 = 2kW i R17 = 680W. Nie ma tu potrzeby stosowania rezystorów o wąskiej tolerancji, wystarczą standardowe rezystory 5-procentowe, ponieważ większość błędów zostanie wyeliminowana przy kalibracji. Równoległe połączenie rezystancji R1 z rezystancją wewnętrznej "drabinki" decyduje o prądzie diod świecących - w naszym układzie około 7mA. Wystarczy to dla współczesnych wysokosprawnych LEDów. W przypad-

Układy LM3914, LM3915, LM3916

Przeznaczone są do sterowania linijką dziesięciu diod LED. Ich podstawowymi zaletami są: bardzo prosta aplikacja, obecność wbudowanego źródła napięcia wzorcowego (odniesienia), znikomo mały prąd wejściowy, łatwość łączenia kilku układów dla uzyskania linijki 20 i 30-diodowej, wyświetlanie linijki lub biegającego punktu oraz szeroki zakres napięć zasilania wynoszący 3...25V.
Wszystkie trzy kostki mają jednakową budowę wewnętrzną, różnią się tylko wartościami rezystorów wewnętrznego dzielnika - drabinki.
LM3914 ma rezystory o jednakowej wartości - jest to więc wskaźnik liniowy. LM3915 to wskaźnik logarytmiczny o zakresie -27dB...0dB co 3dB - następna dioda zapala się gdy napięcie wejściowe wzrośnie o 3dB czyli 1,41 razy.
Kostka LM3916 przeznaczona jest do typowych wskaźników wysterowania, VU-metrów; progi zapalania poszczególnych diod wynoszą: -20dB, -10dB, -7dB, -5dB, -3dB, -1dB, 0dB, +1dB, +2dB, +3dB.
Rysunek A pokazuje uproszczony wewnętrzny schemat blokowy, a rysunek C numerację wyprowadzeń - widok z góry.
Końcówka 9 decyduje o rodzaju pracy:
gdy jest zwarta do plusa zasilania następuje wyświetlanie linijki świetlnej, gdy jest niepodłączona - wyświetlanie biegającego punktu.
Układ posiada wbudowane źródło napięcia wzorcowego, które działa podobnie jak popularny stabilizator LM317. Układ utrzymuje napięcie równe 1,28V między końcówkami 7 i 8 - nóżka 7 jest wyjściem, a nóżka 8 pozwala dobierać wartość napięcia wzorcowego w zakresie 1,28...12V przez zmianę wartości dwóch dołączonych rezystorów. Rysunek B pokazuje kilka możliwości połączenia obwodów napięcia odniesienia. Przy zwarciu nóżki 8 do masy napięcie wzorcowe wynosi właśnie 1,28V. Ale uwaga! Nawet przy dołączeniu nóżki 8 do masy konieczne jest zastosowanie rezystora obciążenia, ponieważ układ jest tak pomysłowo zbudowany, że prąd diody LED zależy od prądu wypływającego z końcówki 7 (I_{LED} jest dziesięciokrotnie większy od prądu wypływającego z końcówki 7)! Dla uzyskania prądu diod LED około 10mA należy między końcówkami 7 i 8 włączyć rezystancję równą 1,2...1,3kW (uwaga! przy małych prądach trzeba

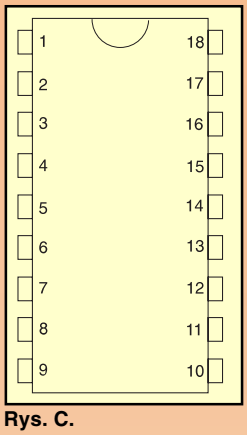


Rys. A



Rys. B.

też uwzględnić rezystancję wewnętrznego dzielnika wynoszącą w zależności od typu kostki kilka do kilkudziesięciu kiloomów, która też jest dołączana do źródła napięcia wzorcowego). Z kolei przy większych prądach oraz w trybie "linijki" należy zapobiec przekroczeniu mocy strat kostki (1,36W) przez zasilanie diod LED z oddzielnego niższego napięcia lub przez zastosowanie rezystora lub diody Zenera włączonych w obwód zasilania diod.
Wejście sygnałowe (nóżka 5) dzięki wbudowanym zabezpieczeniom nie ulegnie uszkodzeniu nawet przy napięciu ±35V.
Jeśli napięcie wejściowe jest mniejsze (lub równe) od napięcia na "dolnym" punkcie dzielnika (czyli na nóżce 4) to nie świeci żadna dioda, gdy jest większe niż napięcie na "górnym" końcu dzielnika (na nóżce 6), świeci ostatnia dioda (w "linijkowym" trybie pracy - wszystkie).
Dla poprawnej pracy układu, napięcia podawane na końcówkę 6 oraz napięcie wejściowe powinno być co najmniej o 1,5V mniejsze od dodatniego napięcia zasilającego. Napięcie na "dolnym" końcu dzielnika wcale nie musi być przy tym równe 0. W praktyce napięcia robocze na końcówkach 4, 6 mogą być dowolnie dobierane według potrzeb w zakresie 0...12V. Katalog nie podaje jednak jakie może być najniższe napięcie na dzielniku (między nóżkami 6 i 4). Z podanej wartości wzmocnienia (I_{LED}/ V_{IN} - typ 8mA/mV, min 3mA/mV) wynika jednak, że może ono być małe, rzędu kilkuset, a nawet kilkudziesięciu mV.



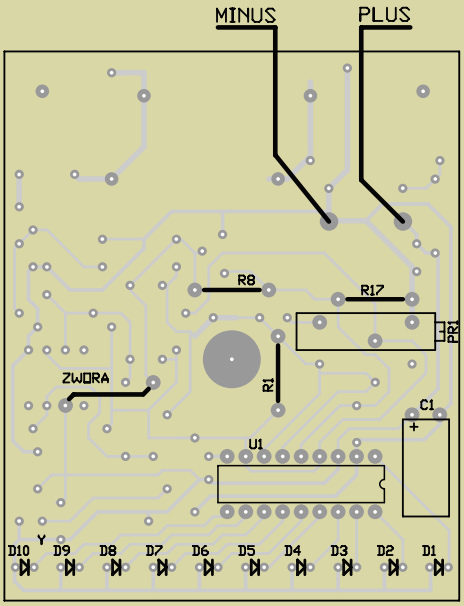
Rys. C.

Najważniejsze parametry rodziny 391X:
Napięcie zasilające: 3...25V
Prąd zasilania (bez diod LED): 2...6mA
Prąd diody LED: około 10 x I_7 - 1...30mA
Prąd wejściowy (końcówka 5): typ 25nA, max 0,1µA
Napięcie odniesienia (U_{7-8}): typ 1,28V (1,2...1,34V)
Stabilność temperaturowa (0...+70oC): typ 1%
Prąd końcówki 8: typ 75µA, max 120µA

Kostki posiadają też szereg innych cech pozwalających uzyskać wskaźniki o dodatkowych, cennych właściwościach. Omówienie tego tematu wykracza jednak poza ramy niniejszego artykułu. Zainteresowanych odsyłamy do katalogu; wspomniane cechy zostaną też w najbliższym czasie omówione w siostrzanym czasopiśmie Elektronika Praktyczna.

ku zastosowania mało wydajnych diod należy zwiększyć prąd dodając między nóżkę 7 a masę rezystor o wartości rzędu 1,5...3kW.

Jeśli natomiast ktoś chciałby regulować jasność diod w szerokim zakresie, na przykład żeby dostosować ich jasność do oświetlenia zewnętrznego, może zwiększyć wartości R1 do 20kW i PR1 do 100kW oraz włączyć między nóżkę 7 a masę połączone szeregowo rezystor ograniczający 1,5kW i potencjometr o rezystancji 47...100kW. Zamiast potencjometru można spróbować włączyć na przykład fotorezystor lub fotodiodę, wtedy jasność świecenia diod będzie automatycznie zmieniana zależnie od oświetlenia zewnętrznego. Choć byłoby to pożyteczne na przykład w nocy, nie proponujemy tego w standardowej wersji, ponieważ płytka jest przeznaczona do umieszczenia w typowej plastikowej obudowie od cartridge'a i nie ma tam dobrego miejsca na umieszczenie fotorezystora.



Rys. 4. Schemat montażowy monitora.

Montaż i uruchomienie

Montaż układu jest bardzo prosty. Najpierw należy wlutować rezystory, kondensator i podstawkę pod układ scalony.

Konieczne jest też wykonanie kawałkiem drutu jednej zwory między dwoma punktami: otworami na nóżkę 7 układu U2 i katodą diody D11. Chodzi o doprowadzenie plusa zasilania do rezystora R8.

Następnie należy równo wlutować diody świecące. Wymaga to nieco staranności. Wyprowadzenia powinny być zagięte w odległości 7mm od korpusu diody i później obcięte w odległości 6mm od miejsca zagięcia, tak jak pokazuje to **rysunek 5**. Przy gięciu koniecznie trzeba zważać na biegunowość diody - jeśli wyprowadzenia zagięte będą w niewłaściwą stronę, po wlutowaniu dioda nie będzie świecić. Dlatego po wykrępowaniu i obcięciu diod należy sprawdzić czy wszystkie diody świecą przy połączeniu jak na **rysunku 6**.

Przy krępowaniu i obcinaniu diod można wykorzystać "specjalizowane narzędzia" w postaci choćby pasków laminatu o szerokości 7mm i 6mm - pozwoli to jednakowo uformować wyprowadzenia wszystkich diod, aby po wlutowaniu tworzyły równy i prosty rządek.

Przewody doprowadzające zasilanie można wlutować w otwory niewykorzystanej diody D14, które specjalnie dla tego celu mają większą średnicę.

Po zmontowaniu wszystkich elementów należy dokładnie sprawdzić, czy przy lutowaniu nie powstały jakieś zwarcia, szczególnie między nóżkami podstawki pod układ scalony. Jeśli wszystko wygląda dobrze można włożyć układ scalony w podstawkę (wycięciem kluczem w stronę kondensatora C1) i podłączyć napięcie zasilające.

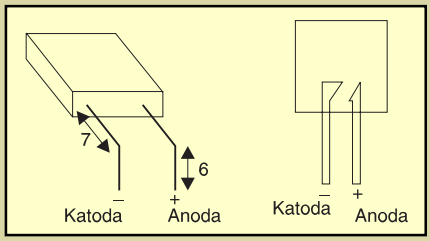
Układ trzeba wykalibrować za pomocą potencjometru montażowego PR1. Potrzebny jest do tego woltomierz i zasilacz o napięciu regulowanym w zakresie 10...15V. Kalibracja jest bardzo prosta: należy ustawić napięcie zasilacza równe 15V i kręcąc potencjometrem PR1 uzyskać świecenie diody D9 i D10 (czyli ustawić wskazanie "na pograniczu"). Można też obyć się bez zasilacza - wystarczy jakiekolwiek źródło napięcia 11...15V, choćby właśnie akumulator samochodowy. Należy zmierzyć napięcie akumulatora jakimś woltomierzem, a następnie pokręcając PR1 uzyskać świecenie odpowiedniej diody: D1 dla napięcia zasilającego równego 10,5...11V, D2 dla napięcia 11...11,5V itd co 0,5V.

Po tej prostej kalibracji układ jest gotowy do pracy i można go włożyć w obudowę.

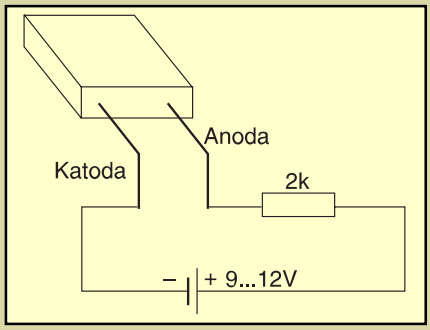
W jednej z połówek obudowy cartridge'a należy nożem wyciąć trzy istniejące wypusty, tak aby płytka oparła się o jej dno. W drugiej połówce należy przewiercić na wylot i powiększyć otwór w centralnym słupku. Ponadto trzeba jeszcze zrobić wycięcie - przepust na przewód zasilający.

Dla unieruchomienia płytki wewnątrz obudowy można do środka włożyć kawałek gąbki.

Ponieważ przy wzroście napięcia będą się kolejno zapalać diody D1 - D10, więc gotowy monitor trzeba tak zamocować, aby dioda D1 była umieszczona z lewej strony (albo na dole), a D10 z prawej (na górze). Do mocowania urządzenia w samochodzie można wykorzystać kawałek dwustronnej taśmy samoprzylepnej, jaką można kupić w wielu sklepach z artykułami motoryzacyjnymi.



Rys. 5. Sposób krępowania diod LED.



Rys. 6. Sposób sprawdzenia diod świecących.

W jednym z kolejnych numerów planujemy przedstawić termometr mierzący temperaturę silnika i obrotomierz, wykonane z użyciem tej samej płytki drukowanej.

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

R1,R8: 2kW
R17: 680W
PR1: 10kW helitrim

Kondensatory

C1: 22...47µF/25V

Półprzewodniki

D1-D10: diody LED prostokątne 2x5mm
U1: LM3914

Inne

* płytka drukowana PW-02
* obudowa cartridge'a
* przewód dwużyłowy 1mb

2. Wskaźnik wysterowania (VU-metr)

Wskaźnik wysterowania jest niezbędnym wyposażeniem każdego miksera, magnetofonu, często występuje we wzmacniaczach. W elektroakustyce bieżąca kontrola poziomu przetwarzanego sygnału jest bardzo ważna dla uniknięcia przesterowania i wiążących się z tym zniekształceń.

W literaturze opisano wiele wskaźników wysterowania; proponowany dziś układ ma wiele istotnych zalet, bardzo łatwo go zmontować i swoimi parametrami przewyższa większość amatorskich opracowań.

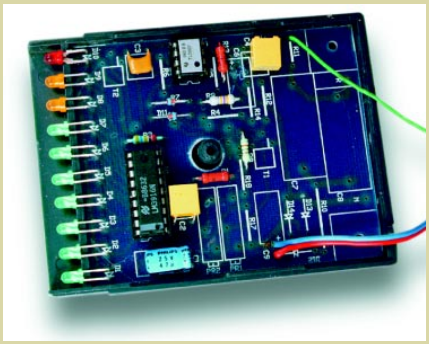
Znajdzie on szereg zastosowań w konstruowanej aparaturze audio, może też służyć jako uzupełnienie posiadanych urządzeń.

Temat wskaźników wysterowania wcale nie jest tak prosty jak mogłoby się wydawać na pierwszy rzut oka. Nie sztuka zrobić układ z mrugającymi kolorowymi diodami. Niestety, często zapomina się o trzech

istotnych zagadnieniach:
- dokładności prostownika przy małych poziomach sygnału
- charakterystyce wskazań (liniowa, logarytmiczna lub jeszcze inna)
- właściwościach dynamicznych (stałych czasowych narastania i opadania).

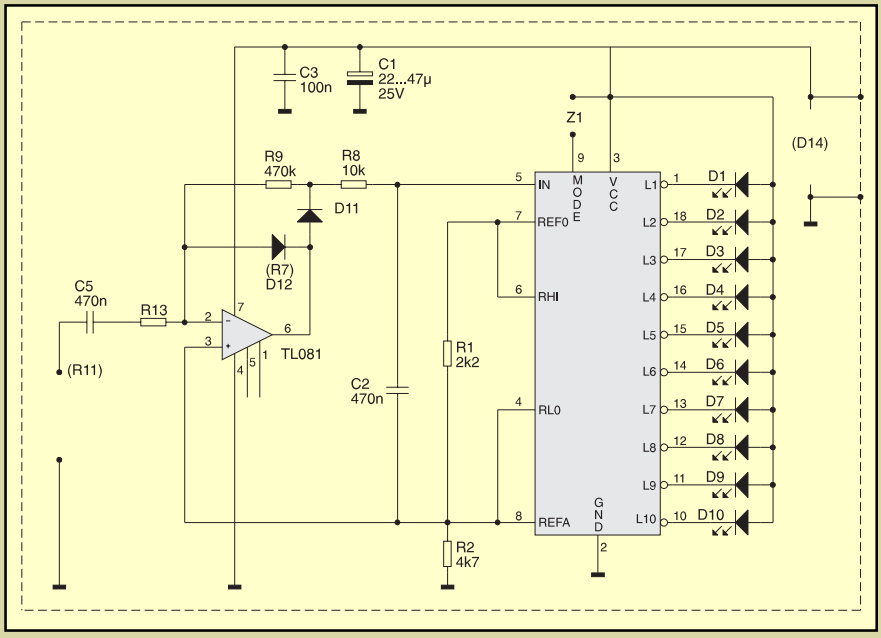
Podstawowymi cechami wyróżniającymi opisany dalej układ jest zastosowanie precyzyjnego prostownika liniowego oraz duża dokładność wskazań w najbardziej krytycznym zakresie poziomu sygnału - "w okolicach" 0dB. We wskaźniku zastosowano bowiem układ LM3916, który przeznaczony jest specjalnie do takich celów.

Zastosowanie prostownika liniowego pozwala zachować dużą dokładność także przy



Fot. 2. kompletny VU-metr.

przy sinusoidalnym napięciu wejściowym o wartości skutecznej około 0,775V, a użyteczny zakres częstotliwości pracy sięga



Rys. 7. Schemat elektryczny wskaźnika wysterowania.

sygnałach wejściowych rzędu kilkudziesięciu...kilkuset mV, przy których najprostsze prostowniki okazują się nieprzydatne z uwagi na spadki napięcia na diodach.

Rysunek 7 pokazuje schemat ideowy przyrządu.

Wartości rezystorów R1 i R2 nie są krytyczne. Od rezystancji R1 zależy jasność świecenia diod, natomiast dzięki obecności R2, na nóżkach 4 i 8 układu U1 występuje napięcie rzędu 2,5...3V, które pełni funkcję "sztucznej masy" dla wzmacniacza operacyjnego U2. Analiza działania prostownika liniowego i praktyczne wskazówki dla konstruktorów zawarte są w ramce.

Charakterystyka dynamiczna wskaźnika została dostosowana do wskazówek podanych w tejże ramce - wskaźnik jest szybki, reaguje nawet na krótkie impulsy. Stała czasowa narastania wynosi tylko 5ms, a opadania około 250ms. Rezystancja wejściowa jest duża, równa rezystancji R13.

Przy wartościach elementów jak na schemacie uzyskuje się wskazanie 0dB do 22kHz.

Wartości elementów R13, R9, R8, C2 można zmieniać w szerokich granicach według indywidualnych potrzeb.

Pasmo przenoszenia zależy od typu zastosowanego wzmacniacza, jego wzmocnienia, a także od wartości rezystorów R13 i R9 - czym większe są te rezystancje, tym węższe pasmo. Jeśli wskaźnik miałby mieć dużo większą czułość (czyli wzmocnienie wynikające ze stosunku R9/R13), rzędu kilkudziesięciu miliwoltów, należałoby zastosować szybszy wzmacniacz, na przykład LF356 i dobrze byłoby zastosować mniejsze wartości rezystorów (R9 < 100kW). Z konieczności należy wtedy zmniejszyć także R8 i odpowiednio zwiększyć C2 (C2 może być kondensatorem elektrolitycznym). Należy wtedy zwrócić uwagę, żeby pojemność C5 nie była zbyt mała i nie ograniczała od dołu przenoszonego pasma częstotliwości.

Montaż i uruchomienie

Schemat montażowy zawierający wszystkie użyte elementy pokazany jest na **rysunku 8**. Podczas montażu należy najpierw wlutować rezystory i wszystkie diody, następnie kondensatory i podstawki pod układy scalone. Przygotowanie, sprawdzenie i montaż diod świecących należy przeprowadzić według **rysunków 5** i **6** oraz wskazówek podanych w pierwszej części artykułu.

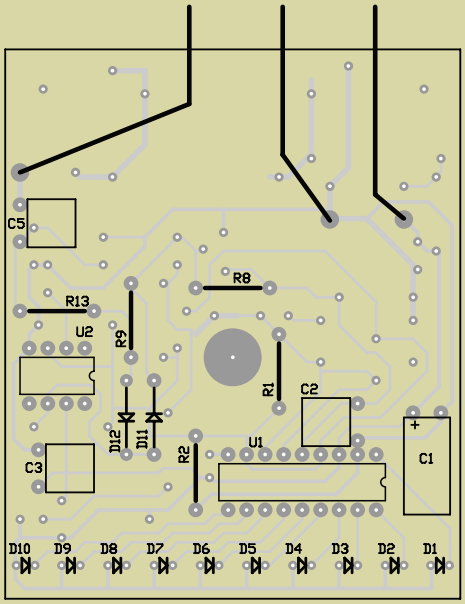
Po zmontowaniu wszystkich elementów i włożeniu układów w podstawki należy dokładnie sprawdzić poprawność montażu, w szczególności czy podczas lutowania nie powstały jakieś zwarcia.

Układ bezbłędnie zmontowany ze sprawnych elementów nie wymaga żadnego uruchamiania, od razu pracuje poprawnie.

Układ może być zasilany napięciem w granicach 9...25V. Pobór prądu przy wyświetlaniu punktowym wynosi około 10...12mA.

W zastosowaniach audio ładniej prezentuje się wskazanie w postaci linijki, a nie punktu - aby to uzyskać wystarczy wlutować zworę Z1 przewidzianą obok układu U1.

Przy wyświetlaniu linijkowym zwiększa się znacznie pobór prądu i moc



Rys. 8. Schemat montażowy wskaźnika.

strat układu scalonego. Przy niewielkich prądach diod (w naszym układzie R1=2,2kW, więc prąd ten wynosi około 6mA) nie ma to większego znaczenia, bo nawet przy zapaleniu wszystkich diod nie zostanie przekroczona dopuszczalna moc strat układu scalonego wynosząca 1,3W. Jednak przy większych prądach i większych napięciach zasilających konieczne jest stosowanie rezystora ograniczającego R3 (kilkadziesiąt W) lub zamiast niego diody Zenera o odpowiednim napięciu i mocy. Wartość takiego rezystora (diody Zenera) należy dobrać zależnie od napięcia zasilania i prądu pracy diod.

Jeśli do konkretnego zastosowania potrzebna byłaby inna czułość, można zmienić wartość rezystora R13 w granicach 10kW...1MW, albo też zastosować na wejściu dzielnik napięcia lub potencjometr o wartości 1...22kW.

WYKAZ ELEMENTÓW:

Rezystory

R1: 2,2kW
R2: 4,7kW
R8: 10kW
R9: 470kW
R13: dobierany (430kW)

Kondensatory

C1: 22...47µF/16V
C2,C5: 470nF
C3: 100nF ceramiczny

Półprzewodniki

D1-D10: diody LED 3mm (7 zielonych, 2 żółte, 1 czerwona)
D11,D12: 1N4148
U1: LM3916
U2: TL081

Inne

* podstawki pod układy scalone
* płytka drukowana PW-02
* obudowa cartridge'a
* przewód potrójny 15cm

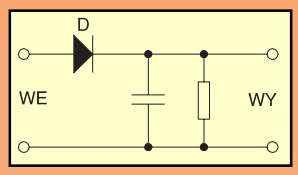
W niektórych wypadkach zamiast montować diody świecące na płytce, korzystniej będzie dołączyć je przewodami (tasiemką).

Dla uzyskania wskaźnika stereo należy zbudować dwa identyczne układy. W związku z tolerancją użytych elementów i rozrzutem napięcia odniesienia układów scalonych dla uzyskania identycznej czułości obu kanałów potrzebna może się okazać pewna korekcja. Wtedy w płytce, która ma nieco większą czułość, w szereg z rezystorem R13 należy włączyć niewielki rezystor dodatkowy.

Piotr Górecki

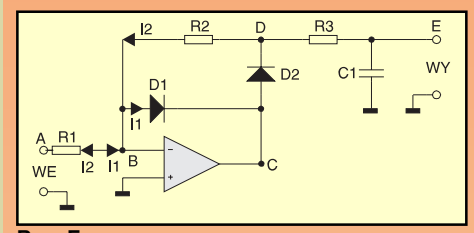
Prostownik liniowy

W telekomunikacji, a potem w wielu urządzeniach elektroakustycznych przyjęto umowny poziom 0 decybeli: 1mW mocy występujący na rezystancji 600W. Odpowiada to napięciu skutecznemu 0,77459...V (powszechnie przyjmuje się 0,775V), co dla przebiegu sinusoidalnego odpowiada amplitudzie 1,1V. W niektórych urządzeniach elektroakustycznych przyjęto jeszcze mniejszy poziom nominalny.
Tymczasem napięcie przewodzenia U_F zwykłych diod krzemowych wynosi około 600mV, a diod Schottky'ego 400...500mV. Dawniej w prostownikach stosowano diody germanowe, które mają mniejsze spadki napięcia w kierunku przewodzenia. Obecnie nie produkuje się już takich diod.
W klasycznym układzie prostownika pokazanym na rysunku D przy małej amplitudzie sygnału wejściowego, mniejszej niż napięcie przewodzenia zastosowanej diody, na wyjściu nie pojawia się żaden sygnał. Aby uzyskać zadowalające wyniki należałoby pracować z sygnałami o dużych amplitudach.
Dlatego stosuje się inne rozwiązania. Na rysunku E pokazano podstawowy układ jednopołówkowego prostownika liniowego. Można w nim stosować dowolne diody ponieważ dzięki wzmacniaczowi operacyjnemu układ pracuje poprawnie nawet przy najmniejszych napięciach wejściowych.



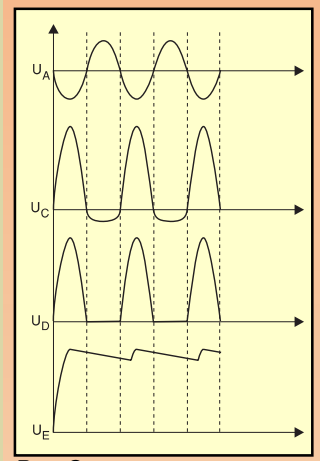
Rys. D.

Zależność napięcia wyjściowego (stałego) od wejściowego napięcia (zmiennego) dla prostownika z diodą krzemową i prostownika liniowego pokazano na rysunku F, przebiegi napięcia w poszczególnych punktach układu na rysunku G.



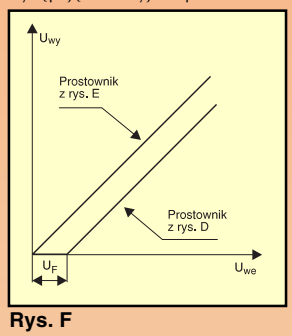
Rys. E.

Działanie prostownika liniowego:
Z zasady działania wzmacniacza operacyjnego wynika, że oba jego wejścia muszą mieć ten sam potencjał - w naszym przypadku w punkcie B napięcie zawsze będzie bliskie zeru. Jeśli na wejściu prostownika (punkt A) pojawi się jakieś napięcie, to dla zachowania w punkcie B potencjału masy, w obwodzie sprzężenia zwrotnego musi popłynąć prąd równy prądowi płynącemu przez rezystor R1. Gdy napięcie wejściowe będzie dodatnie, prąd I1 popłynie w obwodzie: punkt A, rezystor R1, dioda D1, wyjście wzmacniacza operacyjnego. Na wyjściu wznacniacza w punkcie C wystąpi więc napięcie ujemne równe napięciu przewodzenia diody D1 (0,6...0,7V dla diody krzemowej), natomiast w punkcie D napięcie będzie równe zero. Gdy napięcie wejściowe będzie ujemne prąd I2 popłynie w obwodzie: punkt A, rezystor R1, rezystor R2, dioda D2, wyjście wzmacniacza. Prąd płynący przez rezystor R1 jest zgodnie z prawem Ohma proporcjonalny do napięcia wejściowego:
$I2 = U_A / R1$ bo $U_B = 0$
Ponieważ przy ujemnym napięciu wejściowym ten sam prąd płynie przez rezystor R2, więc napięcie na rezystorze R2 (czyli napięcie w punkcie D) będzie wprost proporcjonalne do napięcia wejściowego:
$U_D = I2 * R2 = U_A * (R2/R1)$
Otrzymaliśmy więc układ jednopołówkowego liniowego prostownika, który może wzmacniać sygnał o ile tylko R2 > R1. Zauważmy, że napięcie przewodzenia diod D1 i D2 nie ma żadnego wpływu na działanie układu, wcale nie muszą to być więc diody jednakowego typu, a jedynym wymaganiem jest, aby miały mały prąd wsteczny.
Układ jest więc prawie idealnym prostownikiem jednopołówkowym; prawie idealnym, bo w praktyce ograniczeniami są napięcie niezrównoważenia wzmacniacza operacyjnego (kilka mV) i ograniczone pasmo przenoszenia wzmacniacza (kilkadziesiąt kHz...kilka MHz zależne od typu wzmacniacza).



Rys. G.

W zastosowaniach audio potrzebny jest jeszcze filtr zamieniający jednokierunkowe impulsy występujące na wyjściu prostownia na wygładzone napięcie stałe. I tu w zależności od zastosowanego filtru otrzymamy układ:
- wskaźnika wartości szczytowej przebiegu
- wskaźnika wartości średniej przebiegu
- wskaźnika o jeszcze innej charakterystyce.



Rys. F

W zastosowaniach audio wskaźnik wartości średniej zupełnie nie spełnia postawionych wymagań - wcale nie informuje on o dużych, krótkich impulsach które mogą przesterować tor. Znacznie większy pożytek daje wskaźnik wartości szczytowej. Okazuje się jednak, że przed laty opracowano szczegółowe zalecenia dotyczące wskaźników dla sprzętu elektroakustycznego. Wskaźniki spełniające te wymagania nazywa się VU-metrami (tak więc nie każdy wskaźnik wysterowania jest VU-metrem). Wymagania dotyczą stałych czasowych narastania i opadania oraz charakterystyki wskazań, która jest zbliżona do liniowej, ale skalowana w jednostkach napięcia (Voltage Units) o charakterze logarytmicznym. "Prawdziwy" VU-metr powinien zawierać pełnookresowy prostownik i dość wolny filtr uśredniający, osiągający wskazanie 99% mierzonej wartości w czasie 300ms z przerzutem 1...1,5%. Obecnie w związku z wprowadzeniem dynamicznych cyfrowych urządzeń rejestrujących VU-metry straciły swoje znaczenie; dziś powszechnie stosuje się "szybsze" wskaźniki rejestrujące także dynamiczne zmiany sygnału i krótkie impulsy - są to właściwie mierniki wartości szczytowej.
W układzie prostownika liniowego z rysunku E charakter odpowiedzi impulsowej zależy od stosunku rezystancji R3 i R2. Podczas pracy układu kondensator C1 ładuje się przez rezystancję R3, a rozładowuje przez połączone szeregowo R3 i R2. Czas narastania zależy więc od stałej czasowej R3C1, czas opadania - od (R3+R2)C1.
Gdy R3 >> R2 uzyskuje się wskaźnik wartości średniej. Gdy R2 >> R3 i stała czasowa R3C1 jest mniejsza niż czas trwania impulsów wejściowych otrzymuje się wskaźnik wartości szczytowej. Najczęściej stosuje się jakieś praktycznie wartości pośrednie.

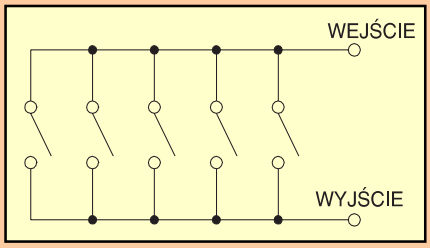
System projektowania modułowego część 2

W drugim artykule z serii „Klocki elektroniczne" omówimy kolejne moduły wejściowe, procesorowe i wyjściowe.
***MODUŁY WEJŚCIOWE**: wyłączniki alarmowe,*
***MODUŁY PROCESOROWE**: układ opóźnienia pojemnościowego, sprzężenie zmiennoprądowe, przerzutnik monostabilny CMOS, przerzutnik 555,*
***MODUŁY WYJŚCIOWE**: niezawodny sterownik syreny, układ ostrzegania o awarii zasilania.*
Przykładem zastosowania tych modułów jest projekt modułowego systemu alarmowego opisany odrębnie w tym numerze EdW.

Czujniki wejściowe

Czujniki alarmowe są w zasadzie wyłącznikami. Rzut oka do poprzedniego artykułu z tej serii (EdW 1/96) przywołuje do pamięci sposoby użycia półprzewodnikowych układów przełączających do uzyskania albo stanu logicznej 1 (czyli napięcia równego w przybliżeniu napięciu zasilającemu) albo logicznego 0 (czyli w przybliżeniu 0V).

Wyłączniki natychmiastowe (rodzaju używanego w systemach alarmowych) można podzielić na czynne, czyli zwierne (zwierające pod naciskiem) i bierne, czyli rozwierne (rozwierające pod naciskiem).

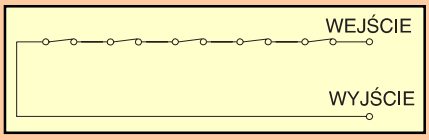


Rys. 2.1. Równoległe połączenie wyłączników zwiernych.

Do czynnych zaliczają się poddywanowe maty naciskowe i niektóre czujniki wstrząsowe. Wiele wyłączników rozwiernych można łączyć szeregowo, jak na **rys. 2.1**. Do wyłączników zwiernych zalicza się wyłączniki języczkowe (o ile są pod wpływem odpowiedniego pola magnetycznego), folię okienną (która ulega przerwaniu przy rozbiciu okna), niektóre czujniki wstrząsowe oraz takie bardziej złożone przełączniki, jak bierne detektory podczerwieni (PIR). W tych ostatnich znajdują się przekaźniki języczkowe o zestykach rozwiernych (zwartych w stanie spoczynku, czyli gdy nic nie zostało wykryte).

Wiele wyłączników rozwiernych można łączyć w szereg, jak na **rys. 2.2**.

Niektóre przełączniki (np. mikroprzełączniki) mają trzy zestyki, umożliwiające użytkownikowi wybór pary biernej lub czynnej. Przełącznik przechylny ma dwa zestyki, ale kąt ich nachylenia decyduje o tym czy jest on bierny czy czynny. Zaletą przełącznika rozwiernego jest to, że gdy kabel łączący zostanie odcięty, to obwód zostanie przerwany i alarm uruchomiony. Z tego powodu w układach alarmowych są preferowane przełączniki bierne.



Eys. 2.2. Szeregowe połączenie wyłączników rozwiernych.

Podsumowanie czujników

Czujniki zostały zestawione w **tabeli 2.1.** Dokładny opis takich przełączników i czujników można znaleźć w każdym dobrym katalogu podzespołów elektronicznych.

W skład typowego systemu wchodzi główny wyłącznik drzwiowy. Składa się on często z przełącznika języczkowego przymocowanego do futryny i magnesu umieszczonego na drzwiach. Gdy drzwi zostaną zamknięte, magnes wzbudza zestyki języczkowe, które zostają zwarte. Pozostałe drzwi i okna można wyposażyć w wyłączniki języczkowe, wibracyjne itp. jednak czujniki PIR stały się tak niezawodne, że pomimo wyższej ceny używa się ich do ochrony całych pomieszczeń,

Tabela 2.1. Zestawienie rodzajów czujników.

rodzaj wyłącznika	miejsce zastosowania	rodzaj styków
wyłącznik języczkowy z magnesem	drzwi i okna	rozwierne
bierny detektor podczerwieni	pomieszczenia i otwarta przestrzeń	rozwierne
mikrowyłącznik	drzwi i okna	oba rodzaje
folia okienna	okna	rozwierne
czujnik drgań	okna	zwierne
czujnik stłuczenia szkła	okna	rozwierne
przełącznik przechylny	urządzenia	oba rodzaje
mata naciskowa	pod dywanem	zwierne

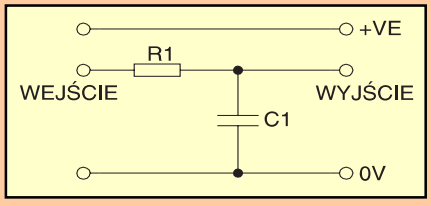
unikając w ten sposób konieczności okablowania licznych wyłączników drzwiowych i okiennych.

Moduły procesorowe

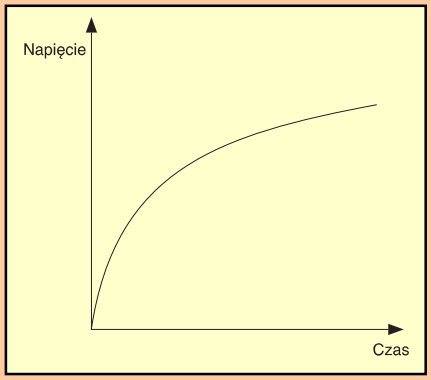
Omawiane moduły procesorowe są to przerzutniki zwłoczne (timery), w tym proste układy opóźniające, logiczne przerzutniki monostabilne CMOS i przerzutnik monostabilny 555. Przedstawiono także sposób w jaki za pomocą sprzężenia zmiennoprądowego można zamienić skok napięcia na pojedynczy impuls.

Opóźnienie pojemnościowe

Na **rys. 2.3** przedstawiono zwyczajny pojemnościowy układ opóźniający. Przy założeniu, że napięcie na wejściu i wyjściu wynosi początkowo 0V, przyłożenie dodatniego napięcia na wejście wywołuje na wyjściu narastanie napięcia zgodne z wykresem na **rys. 2.4.** Czas potrzebny do osiągnięcia określonego napięcia zależy od oporności rezystora i pojemności kondensatora, przy czym im te wielkości są większe, tym opóźnienie jest dłuższe.



Rys. 2.3. Prosty pojemnościowy układ opóźniający.



Rys. 2.4. Przebieg ładowania kondensatora C1 przez rezystor R1 w układzie na rys. 2.3.

Czas ten można obliczyć, ale ponieważ obliczenie to jest skomplikowane można posłużyć się uproszczonym wzorem:

$t = R \cdot C \cdot 0{,}7$

gdzie

t - czas osiągnięcia połowy napięcia zasilania

R - oporność rezystora w omach

C - pojemność kondensatora w faradach

Określanie pojemności zwyczajnych kondensatorów w faradach jest trudne z powodu sporej ilości miejsc dziesiętnych. Poprawny wynik da się jednak osiągnąć w łatwiejszy sposób gdy do rachunku bierze się pojemność w mikrofaradach (µF, jedna milionowa farada) i oporność w megaomach (MW, milion omów).

Na przykład rezystor o oporności 680kW (kiloomów) i kondensator o pojemności 2,2µF (mikrofaradów) wywołają następujące opóźnienie (trzeba wyrazić 680kW w megaomach, czyli 0,68MW):

$t = 0{,}68 \cdot 2{,}2 \cdot 0{,}7 = 1{,}0472$ sekundy

Innymi słowy, napięcie wyjściowe osiągnie połowę napięcia zasilania po około jednej sekundzie.

Nie ma potrzeby obliczania dokładnych wartości, ponieważ same elementy nie są dokładne. Na przykład pojemność kondensatora elektrolitycznego może różnić się od nominalnej nawet o 50%.

Podsumujmy własności układu opóźniającego z **rys 2.3**.

Zalety

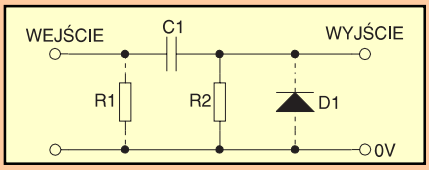
Bardzo prosty układ, przydatny, gdy jest potrzebne opóźnienie, a nie przejście 0V/napięcie dodatnie/0V o potrzebnej długości.

Wady

Sygnał wyjściowy zmienia się powoli od 0V do napięcia dodatniego. Wiele układów (na przykład liczniki) potrzebuje szybkiego wzrostu napięcia. (Opisany w części 1 przerzutnik Schmitta może zostać użyty do zamiany powolnego narastania na niemal natychmiastowy skok, gdy napięcie wejściowe osiągnie próg przerzutu).

Sprzężenie zmiennoprądowe

Układy zatrzaskowe (np. przerzutniki, które opiszemy w trzecim artykule z tej serii) wymagają często sygnału w postaci "impulsu" a nie napięcia stałego. Na tej zasadzie opierają się opisane dalej przerzutniki CMOS.



Rys. 2.5. Sprzężenie zmiennoprądowe impulsów przez kondensator szeregowy.

Na **rys. 2.5** pokazano jak do sprzężenia zmiennoprądowego używa się kondensatora szeregowego (C1), który odcina napięcie stałe. Każda zmiana napięcia po jednej ze stron kondensatora wywołuje odpowiadającą jej zmianę po drugiej stronie.

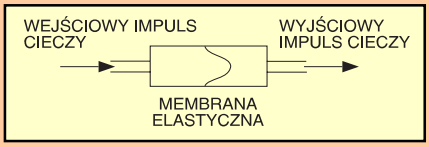
Układ ten można by przyrównać do przedstawionego na **rys. 2.6** cylindra z elastyczną membraną w środku. Impuls cieczy z jednej strony wywołuje podobny impuls cieczy po drugiej stronie, jednak membrana nie pozwala na przepływ cieczy przez cylinder.

Analogia do cieczy ilustruje właściwość cylindra przepuszczania tylko jednego impulsu, ponieważ następne impulsy o tej samej sile nie będą już mogły dalej pchnąć membrany. Ciecz bowiem musi mieć możliwość wyrównania ciśnienia po każdym impulsie. Osiąga się to za pomocą kontrolowanego upływu (zastosowanie widocznych na schemacie rezystorów), a czasem jednokierunkowych zaworów (zastosowanie widocznej na schemacie diody).

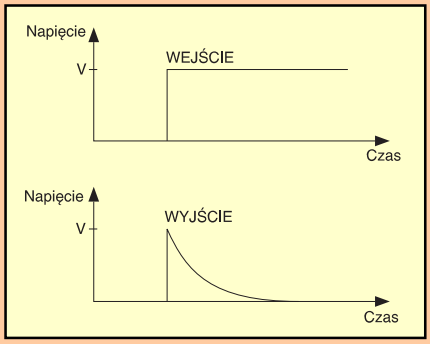
Kondensator szeregowy (C1) na **rys. 2.5** blokuje przepływ prądu stałego, ale gdy zmieni się napięcie wejściowe, na wyjściu pojawi się podobna zmiana. Efekt ten jest zilustrowany na **rys. 2.7**, a można go zaobserwować przy pomocy oscyloskopu.

Rezystory R1 i R2 umożliwiają odpływ ładunku z kondensatora, modyfikują także długość impulsu. W wielu wypadkach wystarczy tylko rezystor R2. Nie da się podać jego typowej oporności, zależy bowiem ona od układu, w którego skład obwód ten wchodzi.

Gdy poziom logiczny na wejściu kondensatora powróci do 0V, na wyjściu pojawi się impuls ujemny. W niektórych układach może to wywoływać kłopoty, chociaż bramki CMOS są wyposażone w diody zabezpieczające przed uszkodzenia-



Rys. 2.6. Przenoszenie impulsów ilustrowane przez analogię do cylindra z elastyczną membraną.



Rys. 2.7. Wykresy ilustrujące działanie układu z rys. 2.5.

mi. W razie wątpliwości widoczna na **rys. 2.5** krzemowa dioda zapobiegnie obniżeniu napięcia wyjściowego poniżej -0,7V. Może to być dioda typu 1N4148, 1N4001 lub podobna.

Podsumowanie. Układ ten wytwarza krótki impuls logicznej 1, gdy napięcie wejściowe przechodzi od logicznego 0 do logicznej 1. Długość impulsu jest wyznaczona przez pojemność kondensatora i całkowitą oporność wyjściową. Składa się na nią oporność rezystora R2 i równoległa oporność wejściowa układu, do którego obwód jest przyłączony.

Przerzutnik monostabilny z bramek NOR

Przerzutnik monostabilny jest rodzajem przerzutnika o tylko jednym stabilnym, jak jego nazwa wskazuje, stanie wyjścia. Wyjście pozostaje w stanie stabilnym dopóki układ nie zostanie pobudzony impulsem wyzwalającym i zmieni stan na przeciwny, a po wyznaczonym czasie powróci do stanu początkowego.

W wyniku zmiany stanu powstaje impuls, który zależnie od rodzaju stanu stabilnego może być dodatni lub ujemny. Czas trwania tego przerzutu jest zwany długością impulsu.

Rys. 2.8 przedstawia sposób, w jaki łączy się dwie bramki NOR aby otrzymać przerzutnik monostabilny. Numery wyprowadzeń są wykazane wyłącznie przykładowo, w praktyce można łączyć dowolne dwie z czterech bramek, mieszczących się w układzie scalonym. Rozmieszczenie wyprowadzeń można znaleźć na **rys. 1.14** w części pierwszej artykułu.

Długość impulsu przerzutnika monostabilnego oblicza się ze wzoru:

$t = 0{,}7 \cdot R \cdot C$

gdzie

t - czas w sekundach

R - oporność w omach pomiędzy punktem P a dodatnim biegunem zasilacza

C - pojemność kondensatora C1 w faradach

Jak wskazano poprzednio, wygodniej jest wyrażać oporność w MW (milionach omów), a pojemność w µF (milionowych farada). Czas t otrzyma się w sekundach, ponieważ miliony skasują się.

Na przykład:

Jeżeli R = 1MW, a C = 470µF, to t = 0,7x1x470 = 329 sekund.

Tabela 2.2. Tabela prawdy bramki NOR

wej A	wej B	wyj
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

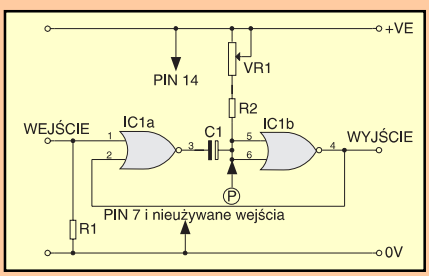
Pomiędzy punktem P a dodatnim biegunem zasilacza na **rys. 2.8** widać dwa rezystory. Jeden z nich jest zmienny (VR1 - potencjometr zwyczajny albo montażowy), a drugi stały (R2). Stały rezystor uniemożliwia doprowadzenie całkowitej oporności do zera, nawet jeżeli VR1 zostanie ustawiony w pozycji zerowej. Jeżeli regulacja czasu nie jest potrzebna, to można pominąć VR1 pozostawiając R2 o oporności w granicach od 1kW do 2,2MW.

Pojemność kondensatora C1 może być dowolnie mała, nie powinna jednak być większa od około 2200µF, ponieważ długość impulsu może stać się nieprzewidywalna z powodu zbyt dużego prądu upływu kondensatora.

Rezystor R1 utrzymuje końcówkę 1 bramki NOR ICa na potencjale 0V. Typowa jego oporność wynosi 100kW. Jeżeli bramka otrzymuje impuls dodatni (na przykład przez naciśnięcie przycisku doprowadzającego do jej wejścia napięcie zasilające), końcówka 1 przechodzi w stan wysoki (logiczna 1). Jeżeli drugie wejście bramki (końcówka 2) jest pod napięciem 0V, to wyjście (końcówka 3) przerzuci się ze stanu logicznego 1 do stanu logicznego 0, czyli 0V.

Tablica prawdy bramki NOR, pokazana w tabeli 2.2., pomoże wyjaśnić te zależności, jeżeli przyporządkuje się wejściu A końcówkę 1, wejściu B końcówkę 2, a wyjściu końcówkę 3.

Gdy wyjście IC1a przerzuca się ze stanu logicznego 1 do stanu logicznego 0, to ta zmiana napięcia zostaje przeniesiona przez kondensator C1 do końcówek 5 i 6 IC1b, których stan logiczny zmienia się na 0 wywołując przejście wyjścia 4 do stanu logicznego 1. Stan ten zostaje z kolei przekazany do wejścia 2 IC1a, co podtrzymuje nowy stan tej bramki nawet po zmianie stanu wejścia 1 z powrotem do stanu 0.



Rys. 2.8. Przerzutnik monostabilny z dwóch bramek NOR.

Wyjście 4, będące równocześnie wyjściem modułu, jest teraz w stanie logicznym 1. Jednakże na oporności R = VR1 + R2 panuje różnica napięć pomiędzy punktem P i zasilaniem. Z zasilacza przez tę oporność płynie prąd ładujący kondensator C1.

Po upływie czasu t, określonego przez przytoczony powyżej wzór, napięcie na końcówkach 5 i 6 dochodzi do poziomu wywołującego przerzut wyjścia 4 z powrotem do stanu 0V. Dzięki sprzężeniu zwrotnemu stan ten zostaje przekazany do końcówki 2 wywołując przerzut wyjścia 3 z powrotem do stanu logicznego 1. Ta przeniesiona przez kondensator zmiana napięcia wzmacnia stan logiczny 1 wejść 5 i 6. Wszystko to odbywa się błyskawicznie i w rezultacie wyjście 4 bardzo szybko zmienia stan logiczny.

Podsumowanie działania przerzutnika monostabilnego. W stanie spoczynku napięcie na wyjściu (w tym przypadku 4) wynosi 0V. Gdy do wejścia (w tym przypadku 1) zostanie doprowadzony dodatni impuls, na wyjściu pojawia się dodatnie napięcie, które znika po czasie wyznaczonym przez oporność (VR1 + R1) i pojemność (C1).

Prąd wyjściowy

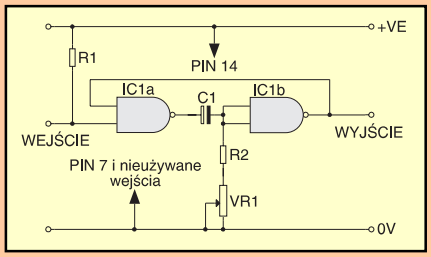
Jeżeli stosuje się układ scalony CMOS o czterech dwuwejściowych bramkach NOR typu 4001B, pobieranie z wyjścia prądu o natężeniu większym niż 4mA nie byłoby rozsądne. LED przyłączona za pośrednictwem odpowiedniego rezystora będzie świecić blado, wymagane przez nią natężenie wywołałoby zbytnie obniżenie się napięcia wyjściowego bramki, wskutek czego układ przestałby przełączać się poprawnie.

Natomiast poczwórny układ dwuwejściowych bramek NOR serii HC typu 74HC02 może bez szkody dla napięcia wyjściowego dostarczać do 20mA. Trzeba jednak pamiętać, że rozmieszczenie jego wyprowadzeń jest inne (zob. cześć 1, **rys. 1.14.**).

Prąd wejściowy

Bramki CMOS nie pobierają praktycznie żadnego prądu wejściowego, przez co układ jest bardzo wygodny w zastosowaniu. Jednak obwody wejściowe tych bramek łatwo ulegają zniszczeniu ujemnym napięciem, zwłaszcza wobec braku rezystora upływowego R1 przy pojemnościowym sprzężeniu wejściowym.

Rezystor ten nie jest jednak potrzebny, gdy wejście łączy się bezpośrednio (bez



Rys. 2.9. Przerzutnik monostabilny z dwóch bramek NAND.

kondensatora) z układem o poprawnych poziomach logicznych (czyli z wyjściem innej bramki).

Odwrócone wyjście

Wyjście (końcówka 4) układu pokazanego na **rys. 2.8** w stanie spoczynkowym jest pod napięciem 0V, a przez czas trwania przerzutu staje się dodatnie. Czasem jest potrzebny odwrotny sygnał wyjściowy. Można go pobrać z końcówki 3, potrzebna jednak jest w tym wypadku ostrożność, przerzuty w tym punkcie przerzutnika nie są tak jednoznaczne. Lepszym sposobem uzyskania odwrotnego sygnału wyjściowego jest użycie dodatkowej bramki NOR.

Podsumujmy właściwości przerzutnika monostabilnego z bramek NOR, pokazanego na **rys. 2.8.**

Zalety

Niemal pomijalne natężenie prądu spoczynkowego (idealne przy zasilaniu bateryjnym).

Niewielka liczba bramek (potrzeba dwóch, dwie pozostają).

Niemal pomijalne natężenie prądu wejściowego.

Łatwość łączenia z innymi układami logicznymi.

Wady

Układ jest wrażliwy na ładunki elektrostatyczne i trzeba obchodzić się z nim ostrożnie.

Niewielki prąd wyjściowy.

Czas przerzutu nie tak dokładny jak w przypadku scalonego przerzutnika 555.

Przerzutnik monostabilny z bramek NAND

Przerzutnik monostabilny z bramek NAND, którego schemat jest pokazany na **rys. 2.9**, jest bardzo podobny do wersji z bramek NOR **z rys. 2.8**, ale reaguje w odwrotny sposób. Poczwórne dwuwejściowe bramki NAND są osiągalne pod nazwą 4011B lub 74HC00.

W tym układzie rezystor R1 musi być połączony z dodatnim biegunem napięcia zasilającego utrzymując wejście w stanie logicznym 1. Wyjście przerzutnika w stanie spoczynkowym jest pod napięciem dodatnim, a po wyzwoleniu przez wprowadzenie wejścia na krótko w stan logiczny 0 wyjście zostaje przerzucone do napięcia 0V, po czym po wyznaczonym czasie powraca do napięcia dodatniego. Czas przerzutu oblicza się dokładnie w taki sam sposób jak dla wersji NOR, gdy R oznacza sumę oporności VR1 i R2, a C pojemność kondensatora C1.

Przerzutnik monostabilny 555

Układ scalony 555 został specjalnie zaprojektowany dla układów czasowych (timerów, monostabilnych) i oscylatorów (astabilnych). Może on być używany na różne sposoby. Na **rys 2.10** jest on przedstawiony w konfiguracji zwykłego układu czasowego z regulacją czasu.

W układzie tym czas przerzutu jest wyznaczony przez pojemność kondensatora C1 i sumaryczną oporność R2 i VR1 (w dwóch następujących równaniach oznaczoną przez R). Rezystor R2 ogranicza prąd przy zerowej oporności VR1. Jeżeli regulacja czasu nie jest potrzebna, to można zastosować pojedynczy rezystor.

Czas w sekundach wynosi:

$t = 1{,}1 \cdot R \cdot C$

gdzie oporność R jest wyrażona w omach, a pojemność C w faradach.

Jak już wspomniano, wygodnie jest wyrażać oporność w MW i pojemność w µF. Na przykład kondensator 220µF i sumaryczna oporność 680kW (co dla wygody warto zastąpić przez 0,68MW) wyznaczają czas:

$t = 1{,}1 \cdot 0{,}68 \cdot 220 = 165$ sekund

Przebiegi napięcia na **rys. 2.10** ilustrują sposób wyzwalania przerzutnika. Początkowo końcówka 2 (TRIGGER) jest pod dodatnim napięciem, wymuszonym przez rezystor R1. W celu zapoczątkowania przebiegu czasowego napięcie końcówki 2 musi zostać na krótko obniżone do około 0V. Jest to wywoływane naciśnięciem przycisku zwiernego S1. Rezystor R1 może mieć dowolną oporność od 1kW do 1MW.

Gdy S1 zostanie naciśnięty, napięcie wyjściowe na końcówce 3 zmieni się z 0V na dodatnie. Zakładając, że napięcie końcówki 2 powróciło do początkowego dodatniego napięcia, napięcie wyjściowe na końcówce 3 wróci do 0V po upływie czasu wyznaczonego przez wyżej podany wzór. (Impuls wyzwalający układ 555 musi zawsze być krótszy od długości impulsu wyjściowego.)

Prąd wyjściowy

Wyjście 3 (OUT) układu 555 może dostarczyć lub pobrać prąd o natężeniu wyższym od 100mA. Oznacza to, że moduł wyjściowy może okazać się zbędny. Na **rys. 2.11** przedstawiono dwa sposoby bezpośredniego sterowania LED przez wyjście 3. Oporność szeregowego rezystora diody (R3) przy napięciu zasilającym 12V powinna wynosić (zgodnie z opisem w części 1) 680W.

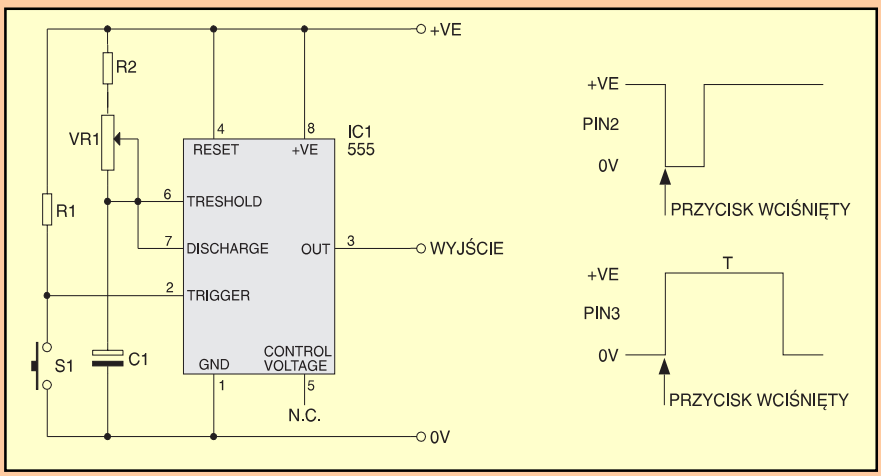
Wyjście 3 może także zostać użyte do bezpośredniego sterowania brzęczykiem, ale pomiędzy wyjściem a 0V musi zostać włączony kondensator (o pojemności na przykład 100nF), eliminujący impulsy napięciowe wytwarzane przez brzęczyk, mogące być powodem niestabilności. Trzeba też zwrócić uwagę na to, że LED połączona według **rys. 2.11a** świeci w czasie trwania impulsu wyjściowego, a według **rys. 2.11b** świeci stale i gaśnie tylko na czas jego trwania.

Funkcje wyprowadzeń

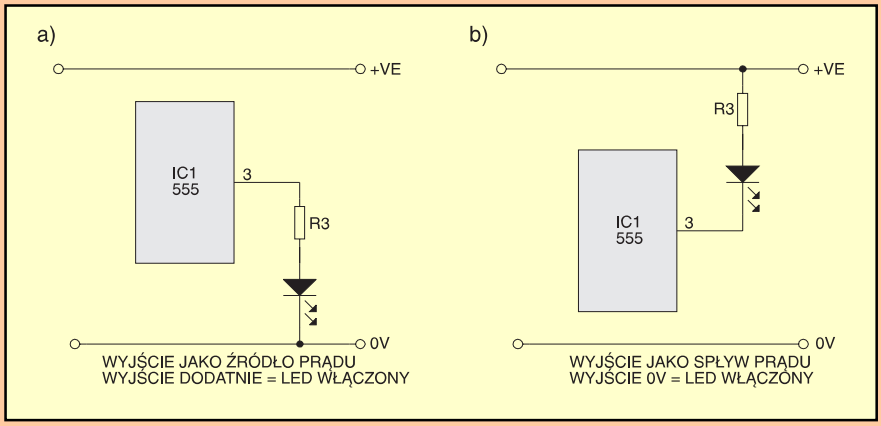
Poza końcówką wejściową 2 i wyjściową 3 funkcje pozostałych są następujące:

końcówka 1. GND, masa, ujemny biegun zasilania. Powinna zostać połączona z 0V.

końcówka 4. RESET, kasowanie, gdy jest połączona z +VE, to układ jest aktyw-



Rys. 2.10. Regulowany układ czasowy i przebiegi na jego wejściu i wyjściu.



Rys. 2.11. Dwa sposoby połączenia LED z wyjściem układu czasowego.

ny. Po połączeniu z 0V przerzut zostaje natychmiast skasowany. Jeżeli przycisk kasowania jest potrzebny, należy przyłączyć go za pośrednictwem identycznego obwodu jak wyprowadzenie 2 na **rys. 2.10**.

końcówka 5. CONTROL VOLTAGE, wejście napięcia sterującego. Zwykle pozostawia się je wolne, ale połączenie z 0V za pośrednictwem małego rezystora regulowanego umożliwia regulację długości impulsu w niewielkim zakresie. Jest to użyteczne do precyzyjnej regulacji. W razie niestabilności (przypadkowego wzbudzania się) połączenie wyprowadzenia 5 z 0V kondensatorem (np. 100nF) może im zapobiec.

końcówka 6. THRESHOLD, próg. Napięcie na tej końcówce (na kondensatorze) decyduje o stanie przerzutnika. Po osiągnięciu 2/3 napięcia zasilającego następuje przerzut do stanu początkowego.

końcówka 7. DISCHARGE, rozładowanie. W stanie przerzutu końcówka ta jest wolna (wewnętrznie odłączona). Z chwilą zakończenia impulsu zostaje połączona z 0V, aby rozładować kondensator i wprowadzić układ w stan gotowości do następnego przerzutu.

końcówka 8. +VE, doprowadzenie napięcia zasilającego.

Automatyczne wyzwalanie

Liczba różnych układów, dających się zrealizować przy pomocy układu scalonego 555, jest tak wielka, że napisano już na ten temat książki. Układ z automatycznym wyzwalaniem na **rys. 2.12** jest przykładem takiego rozwiązania.

Prąd pobierany z zasilacza przez standardowy układ 555 będzie miał znaczny udział w wyczerpywaniu zasobów niewielkiej baterii, więc wyłącznik zasilania S2 jest w takim wypadku niezbędny. W przypadku zwykłego układu czasowego przycisk wyzwalania, jak S1 na **rys. 2.10**, będzie również potrzebny. Jeżeli przycisk ten, jak przedstawiono na **rys. 2.12**, zostanie zastąpiony kondensatorem C2 (np. 100nF), a oporność R1 wyniesie około 100kW, układ zostanie uruchomiony automatycznie wraz z włączeniem zasilania. Stanie się tak dlatego, że początkowo w momencie włączenia napięcie na końcówce 2 jest zerowe, wskutek czego układ zostaje wyzwolony. Kondensator C2 ładuje się przez rezystor R1 i końcówka 2 osiąga napięcie bliskie +VE przed upływem czasu przerzutu, co jest niezbędne dla prawidłowego działania układu. Pojemność C1 musi być większa od pojemności C2.

Układ można stosować jako timer. Wyłącznik S2 normalnie jest w pozycji wyłączenia. Po włączeniu wyjście staje się dodatnie i czas zaczyna być automatycznie odmierzany. Na zakończenie wyjście przełącza się z powrotem do 0V.

Podsumowanie układu automatycznie wyzwalanego, pokazanego na **rys. 2.12.**

Zalety

Tani

Bardzo dobrze odmierza czas.

Bardzo strome krawędzie impulsu wyjściowego.

Duży prąd wyjściowy.

Bardzo mały pobór prądu wejściowego.

Wady

Skłonność do przypadkowego wyzwalania.

Nie sprzęga się dobrze z układami logicznymi CMOS,

Spory pobór prądu (istnieje jednak w wersji CMOS, pobierającej znacznie mniejszy prąd).

Moduły wyjściowe

W niniejszej części 2 proponuje się dwa niezawodne sterowniki Darlingtona. Układy te doskonale nadają się do systemów alarmowych, ponieważ w razie przecięcia przewodów syrena zostanie włączona. Układ wyjściowy umieszcza się zwykle w jednej obudowie z syreną i akumulatorkiem 9V, podtrzymującym zasilanie w razie zaniku napięcia zasilającego. W czasie normalnego działania układu akumulatorek jest podładowywany.

Niezawodny sterownik NPN

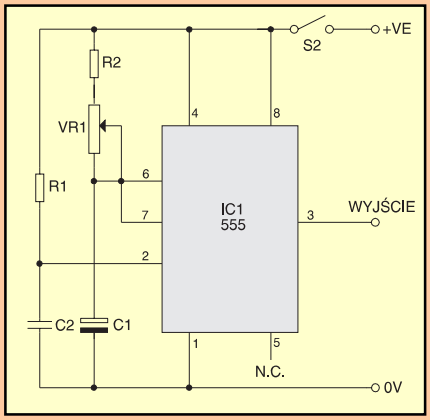
Niezawodny sterownik z tranzystorem Darlingtona NPN jest pokazany na **rys. 2.13.** Brzęczyk (lub syrena) nie alarmuje, jeżeli napięcie bazy tranzystora wynosi 0V. Gdy napięcie to wzrośnie powyżej około 1,4V, rozlegnie się dźwięk brzęczyka. W razie przecięcia przewodu łączącego wejście układu z poprzednim modułem (procesora) brzęczyk będzie również alarmował. Jeżeli zasilanie 12V zostanie odcięte, zapasowy akumulatorek 9V umożliwi kontynuację działania układu. W czasie normalnego działania akumulatorek jest podładowywany.

Główną częścią sterownika jest para tranzystorów TR1 i TR2 w układzie Darlingtona. Jeżeli przez rezystor R1 do bazy TR1 płynie prąd o dostatecznym natężeniu, para Darlingtona przewodzi i brzęczyk lub syrena wydaje dźwięk.

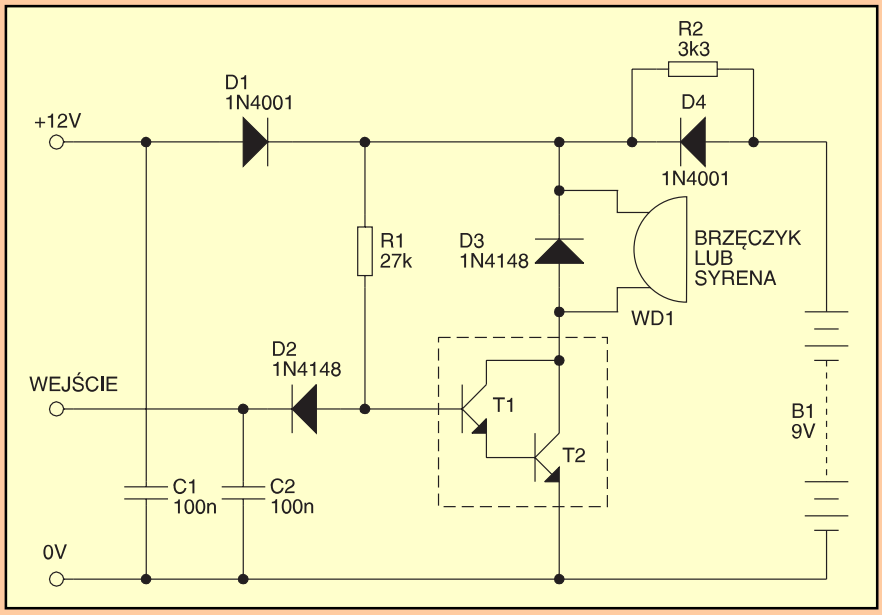
Jako TR1 można użyć takiego tranzystora o dużym wzmocnieniu jak BC108 lub BC184, a jako TR2 tranzystora mocy TIP41A. Zamiast nich można jednak użyć scalonego tranzystora Darlingtona TIP121 lub TIP122 (w ramce z linii przerywanej), co obniży koszt i uprości montaż.

"Normalnym" stanem układu jest przewodzenie tranzystorów, zatem gdy wejście zostanie rozłączone, lub pojawi się na nim dodatnie napięcie, syrena będzie dźwięczeć. Układ można wyłączyć jedynie przez obniżenie napięcia wejściowego do napięcia niższego od około 0,7V. Wtedy prąd płynący przez R1 skieruje się przez diodę D2 i napięcie bazy TR1 obniży się poniżej progu przewodzenia.

W normalnych warunkach z zasilacza 12V przez rezystor R2 płynie prąd podładowujący akumulatorek B1. Oporność tego rezystora zależy od zastosowanego akumulatorka. W przypadku PP3 NiCd sugerowana oporność wynosi 3,3kW.



Rys. 2.12. Automatycznie wyzwalany układ czasowy.



Rys. 2.13. Schemat niezawodnego sterownika syreny na tranzystorach NPN.

W razie zaniku napięcia 12V dioda D1 nie dopuszcza do przepływu prądu z akumulatorka do poprzedniego modułu. Dioda D4 natomiast odcina bezpośrednie połączenie zasilacza z akumulatorkiem umożliwiając mu równocześnie zasilanie sterownika syreny. Dioda D3 zwiera wszelkie ewentualne przepięcia (impulsy o dużym napięciu), mogące powstać w brzęczyku lub syrenie, które mogłyby zniszczyć tranzystory.

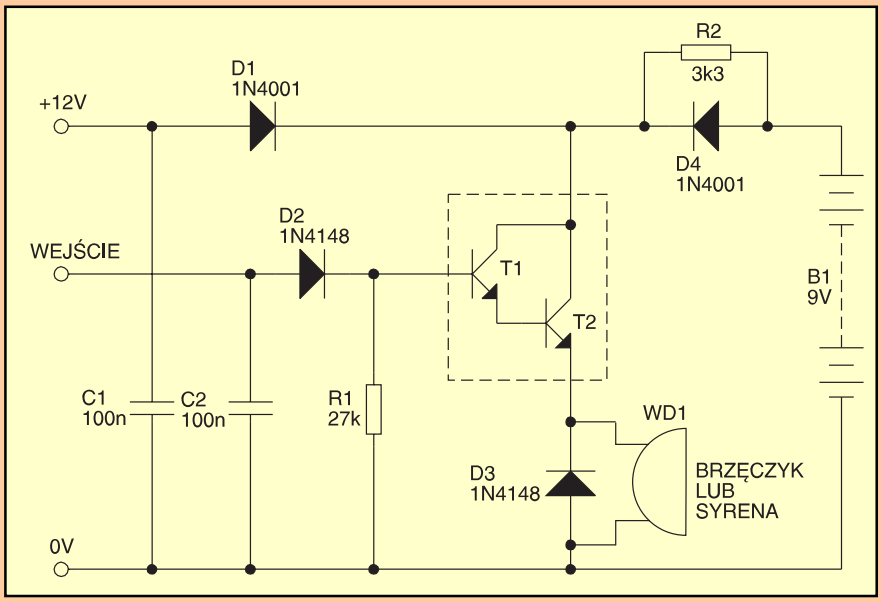
Ten rodzaj modułu może znajdować się w pewnej odległości od sterującego nim modułu procesora. Można go na przykład umieścić w obudowie dzwonka na ścianie budynku. W długich przewodach połączeniowych mogą indukować się zakłócenia, do których eliminacji służą kondensatory C1 i C2.

Stany wejść i wyjść niezawodnego sterownika NPN z **rys. 2.13** są następujące:
napięcie wejściowe 0V - brzęczyk wyłączony
napięcie wejściowe > 1,4V - brzęczyk włączony
wejście rozłączone - brzęczyk włączony

Niezawodny sterownik PNP

Niezawodny sterownik z tranzystorem Darlingtona PNP jest pokazany na **rys 2.14.** Układ ten jest podobny do układu z **rys. 2.13** z tą różnicą, że aby syrena była wyłączona, jego wejście musi być pod dodatnim napięciem. Jeżeli wejście jest rozłączone albo na potencjale 0V, to syrena jest włączona. Takie rozwiązanie jest stosowane w wielu fabrycznych systemach alarmowych. Zasada działania jest taka sama jak poprzednio, z tym, że tranzystory PNP działają w odwrotny sposób niż ich odpowiedniki NPN. Jeżeli baza pary Darlingtona jest utrzymywana na potencjale +VE, to tranzystory są zablokowane. Jeżeli napięcie bazy zostanie obniżone o około 1,4V (do około 10,6V przy napięciu zasilania 12V), to tranzystory zaczną przewodzić. Gdy napięcie zasilania modułu procesora zaniknie, to napięcie bazy spadnie, inaczej niż w przypadku schematu z **rys. 2.13** i syrena zacznie działać (o ile jest włączony akumulatorek). W systemie alarmowym jest to zaletą, ponieważ próba jego wyłączenia powoduje uruchomienie alarmu. Jednakże akumulator powinien być także zainstalowany w module procesora, aby alarm nie był uruchamiany w razie przerw w dopływie prądu.

Stany wejść i wyjść niezawodnego sterownika PNP z **rys. 2.14** są następujące:
napięcie dodatnie - brzęczyk wyłączony
napięcie wejściowe 0V - brzęczyk włączony
wejście rozłączone - brzęczyk włączony.



Rys. 2.14. Schemat niezawodnego sterownika syreny na tranzystorach PNP.

Alarm zaniku zasilania

Układ z **rys. 2.14** może zostać zastosowany w dowolnym systemie do monitorowania napięcia zasilającego i alarmowania o jego zaniku. Wystarczy połączyć jego wejście z zasilaczem + 12V. Dopóki napięcie to będzie docierać do układu, tranzystory będą zablokowane. Jeżeli napięcie zaniknie, napięcie bazy TR1 spadnie i zasilane z akumulatorka tranzystory zaczną przewodzić.

Część trzecia

W części trzeciej zostaną omówione czujniki wilgoci, układy zatrzaskowe i moduły sterowania silnikami prądu stałego.

Projekt konstrukcyjny

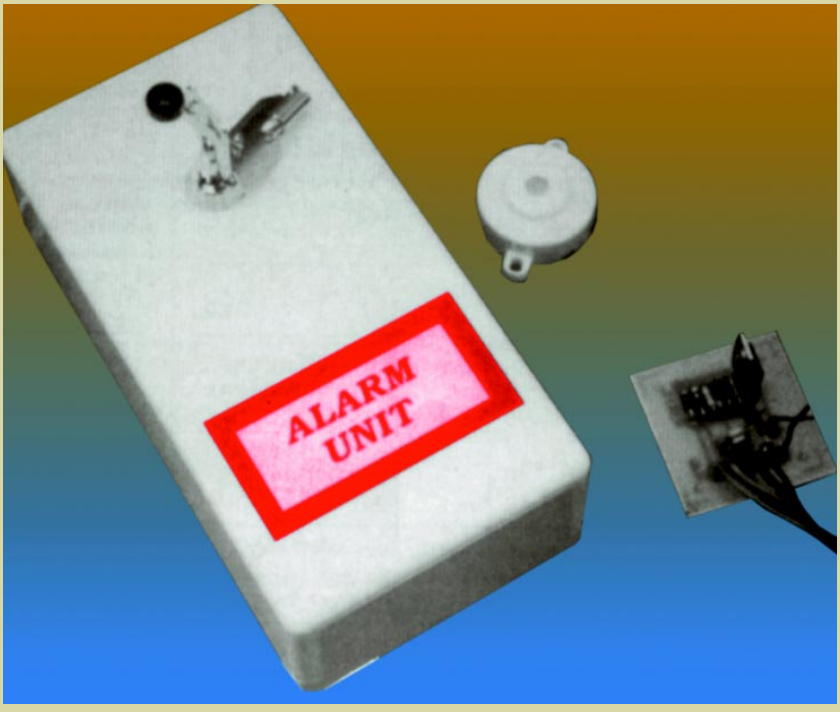
Praktyczny przykład użycia modułów jest przedstawiony w tym samym numerze EdW w artykule “Modułowy system alarmowy”.

MAX Horsey

Artykuł publikujemy na podstawie umowy licencyjnej z angielskim miesięcznikiem Everyday Practical Electronics.

MODUŁOWY SYSTEM ALARMOWY

Strzeżcie się włamywacze, system modułowy wykryje najmniejszy ruch! Jest to przykład zastosowania wiedzy z drugiego artykułu w serii "System projektowania modułowego". Projekt przedstawia sposób, w jaki można wybrać i zestawić moduły, składające się na działający system alarmowy, który można zainstalować w domu, garażu, szopie itp. W niniejszym artykule numery ilustracji rys. 2.1., rys. 2.2., rys. 2.3. itd. oznaczają ilustracje o tych numerach w poprzednim artykule. Pozostałe, rys. 1, rys. 2 itd. oznaczają ilustracje do niniejszego artykułu.

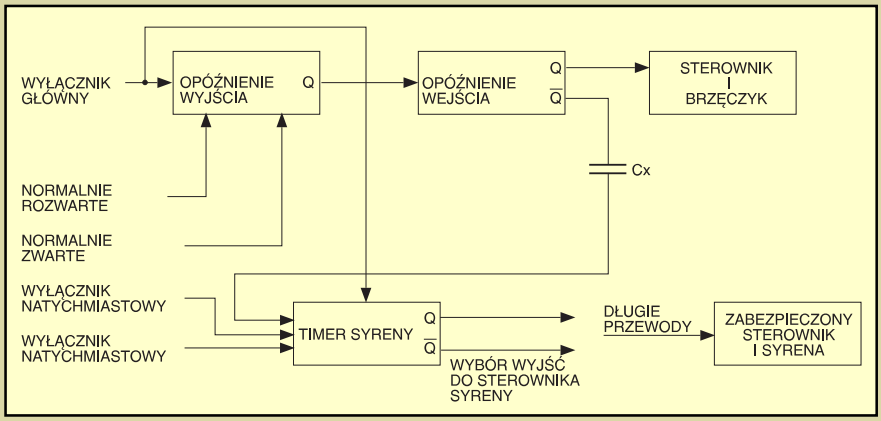


Założenia projektowe

Przed przystąpieniem do projektowania takiego systemu modułowego jak niniejszy, trzeba ustalić założenia projektowe. W tym przypadku lista podstawowych wymagań liczy 12 pozycji:

1. Gotowość alarmu ma być włączana wyłącznikiem na klucz.
2. Potrzebne jest opóźnienie umożliwiające wyjście.
3. Potrzebne jest (ustalane przez użytkownika) opóźnienie z sygnałem ostrzegawczym, umożliwiające wejście bez wzbudzania alarmu.
4. Uruchomienie alarmu włącza syrenę.
5. Sygnał syreny wyłącza się po czasie ustalonym przez użytkownika.
6. Zostanie zastosowany stale podładowywany wewnętrzny akumulatorek awaryjny.
7. Ilość czujników nie będzie ograniczona, a dla czujników o różnych funkcjach będą przeznaczone różne wejścia.
8. Czujniki mogą mieć styki zwierne, rozwierne lub mieszane.
9. Sygnały czujników mogą być zwłoczne, natychmiastowe lub mieszane.
10. W obudowie syreny ma znaleźć się układ uruchamiający syrenę w razie przecięcia przewodów lub przerwania zasilania.
11. Układ nie będzie wskazywał czujnika, który włączył alarm.
12. System ma być zasilany napięciem 12V.

Liczba czujników jest nieograniczona. Czujniki rozwierne łączy się w szereg, a czujniki zwierne równolegle, tak jak na rys. 2.1. i 2.2.



Rys. 1 Schemat blokowy modułowego systemu alarmowego.

Wymagania systemu

Bardzo ważne jest sporządzenie szczegółowej listy wymagań układu, szczególnie w takim przypadku jak ten. W powyżej zebranych założeniach wymieniono trzy podstawowe rodzaje wyłączników. Wyłącznik główny, wyłączniki zwłoczne i wyłączniki natychmiastowe. Ich funkcje są następujące:

Wyłącznik główny jest uruchamiany kluczem i jest rozwarty gdy alarm jest wyłączony, a zwarty gdy alarm jest włączony. Wyłącznikiem głównym można także uciszyć sygnał alarmowy.

Do wyłączników zwłocznych należą czujniki uruchamiane, gdy użytkownik wchodzi do domu lub gdy go opuszcza. Obwód alarmu musi zapewnić

użytkownikowi dostateczny czas na wejście i wyłączenie alarmu, oraz na wyjście po jego włączeniu. Wyłączniki zwłoczne mogą być typu zwiernego (na przykład poddywanowa mata naciskowa) lub rozwiernego (na przykład wyłącznik językowy wraz z magnesem do drzwi wejściowych).

Większość czujników alarmowych powinna być przyłączona do wejść natychmiastowych układu alarmowego. Po wyzwoleniu dźwięk alarmu zostaje natychmiast włączony. Na przykład uruchomiony przez wchodzącego przez okno włamywacza bierny czujnik podczerwieni (PIR) w holu natychmiast włączy syrenę.

Czujniki te mogą być zarówno zwierne (na przykład mata naciskowa) jak i rozwierne (na przykład bierny czujnik podczerwieni). Rodzaje czujników i wyłączników zostały omówione w poprzednim artykule.

Sekwencja alarmowa

Alarm w systemie alarmowym musi przebiegać według pewnej sekwencji, jak program komputerowy. Sekwencja ta jest następująca:

1. WYŁĄCZNIK GŁÓWNY WYŁĄCZONY: syrena wyłączona, akumulatorki w układzie alarmu i obwodzie syreny są podładowywane.

2. WYŁĄCZNIK GŁÓWNY WŁĄCZONY: wejścia zwłoczne nieaktywne, wejścia natychmiastowe aktywne.

3. KONIEC OPÓŹNIENIA: wszystkie wejścia aktywne.

4a. POBUDZONE WEJŚCIE ZWŁOCZNE: mały brzęczyk dźwięczy przez czas wyznaczony przez użytkownika zanim zadźwięczy syrena, albo

4b. POBUDZONE WEJŚCIE NATYCHMIASTOWE: syrena zostaje włączona.

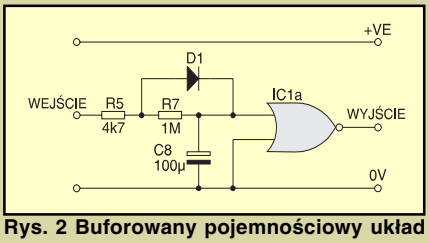
5a. SYRENA WŁĄCZONA: dźwięczy przez czas wyznaczony przez użytkownika, albo

5b. WYŁĄCZNIK GŁÓWNY WYŁĄCZONY: wszystkie układy czasowe skasowane, wszystkie wejścia nieaktywne.

6. KABEL STEROWNIKA SYRENY PRZECIĘTY: syrena dźwięczy aż do wyczerpania akumulatorka.

Schemat blokowy

Przedstawiony na **rys. 1** schemat blokowy stanowi wizualną interpretację wymagań i wstępnie wskazuje rodzaje potrzebnych modułów. Litera "Q" oznacza wyjście aktywne w stanie wysokim, czyli po wyzwoleniu przechodzące do stanu logicznego 1, a "NIE Q" (nadkreślona litera Q, czasem oznaczana też Q\) jest przeciwieństwem "Q" (czyli logiczne 0, podczas gdy Q oznacza logiczną 1).



Rys. 2 Buforowany pojemnościowy układ opóźniający.

Czujniki wejściowe

Wszystkie czujniki w układach alarmowych mogą być traktowane jak wyłączniki. Ich wybór został omówiony wcześniej, a układ musi zostać tak zaprojektowany, aby mógł sprostać wszystkim możliwym sytuacjom. Wejścia zwłoczne są połączone przez moduły opóźnienia wejścia i wyjścia, ale wejścia natychmiastowe są bezpośrednio połączone z układem czasowym syreny.

Układy czasowe

System zawiera trzy układy czasowe: opóźnienia wejścia, opóźnienia wyjścia i układ czasowy syreny. W części 1 "Klocków elektronicznych" opisano trzy różne moduły opóźnienia, zwykły, pojemnościowy oraz przerzutniki monostabilne 555 i CMOS.

W tym przypadku można odrzucić 555, ponieważ wysoka dokładność opóźnień nie jest wymagana. Ktoś inny mógłby jednak zaprojektować doskonały system z zastosowaniem 555 - jest to sprawa indywidualnych upodobań. Istnieją oczywiście jeszcze inne możliwości, ale pod uwagę zostaną wzięte jedynie te, które zostały opisane w części 1 "Klocków elektronicznych".

Zaczynając od układu czasowego syreny, można do niego zastosować dokładną kopię przerzutnika przedstawionego na rys. 2.8. Wyjście (końcówka 4 IC1b) będzie "Q" na rys. 1, jako "NIE Q" można użyć końcówki 3 IC1a, a jeżeli pozostanie wolna bramka, to można użyć jej do odwracania sygnału z końcówki 4 IC1b.

Układu z rys. 2.8 także można użyć jako opóźnienia wejścia. Sygnał z jego zwykłego wyjścia, po odpowiednim wzmocnieniu może zostać użyty do wysterowania brzęczyka, a sygnał z wyjścia odwróconego - do wyzwalania układu czasowego syreny. Pozostaje jednak problem z jego wyzwalaniem, ponieważ wyjście "NIE Q" pozostaje w stanie wysokim, dopóki nie zostanie wyzwolony układ opóźnienia wejścia. Zakłóci to działanie układu czasowego syreny (który ma tylko jedno wejście), i uniemożliwi skuteczne działanie czujników natychmiastowych. Z układu opóźnienia wejścia, zamiast poziomu logicznego 1, na zakończenie czasu opóźnienia jest potrzebny dodatni impuls. Rozwiązanie problemu zapewnia układ sprzężenia zmiennoprądowego z rys. 2.5 w postaci kondensatora C1 i rezystora C2. Zastosowanie tego rozwiązania przedstawia na rys. 1 kondensator Cx.

Opóźnienie wyjścia

Zadaniem układu opóźnienia wyjścia jest zapobieganie wyzwalaniu modułu opóźnienia wejścia w okresie wstępnym przez czujniki zwłoczne. Zadanie to może zostać wypełnione przez przerzutnik monostabilny z rys. 2.8, jest to jednak związane z szeregiem komplikacji, których rozwiązanie wymagałoby użycia większej liczby bramek. Prostszym rozwiązaniem jest zastosowanie pojemnościowego układu opóźniającego, przedstawionego na rys. 2.3.

Układ ten może dostarczyć tylko bardzo małego prądu, kondensator nie może bowiem zostać przedwcześnie rozładowany. Udoskonaloną wersję tego układu pokazuje **rys. 2**. Pierwotny rezystor R1 został w niej zastąpiony dwoma, szeregowym połączeniem R5 i R7 z równoległą diodą D1. Gdy napięcie wejściowe wzrasta, prąd przepływa przez R5 i D1 i kondensator C6 jest szybko ładowany. Gdy napięcie obniży się, to prąd rozładowujący płynie z C6 przez szeregowe połączenie obu rezystorów.

Oporności tych rezystorów, 4,7kW i 1MW, zostały tak dobrane, aby C6 rozładowywał się znacznie wolniej niż został naładowany. Bramka NOR służy do buforowania i odwracania impulsu wyjściowego z C6. Właściwości układu są następujące:

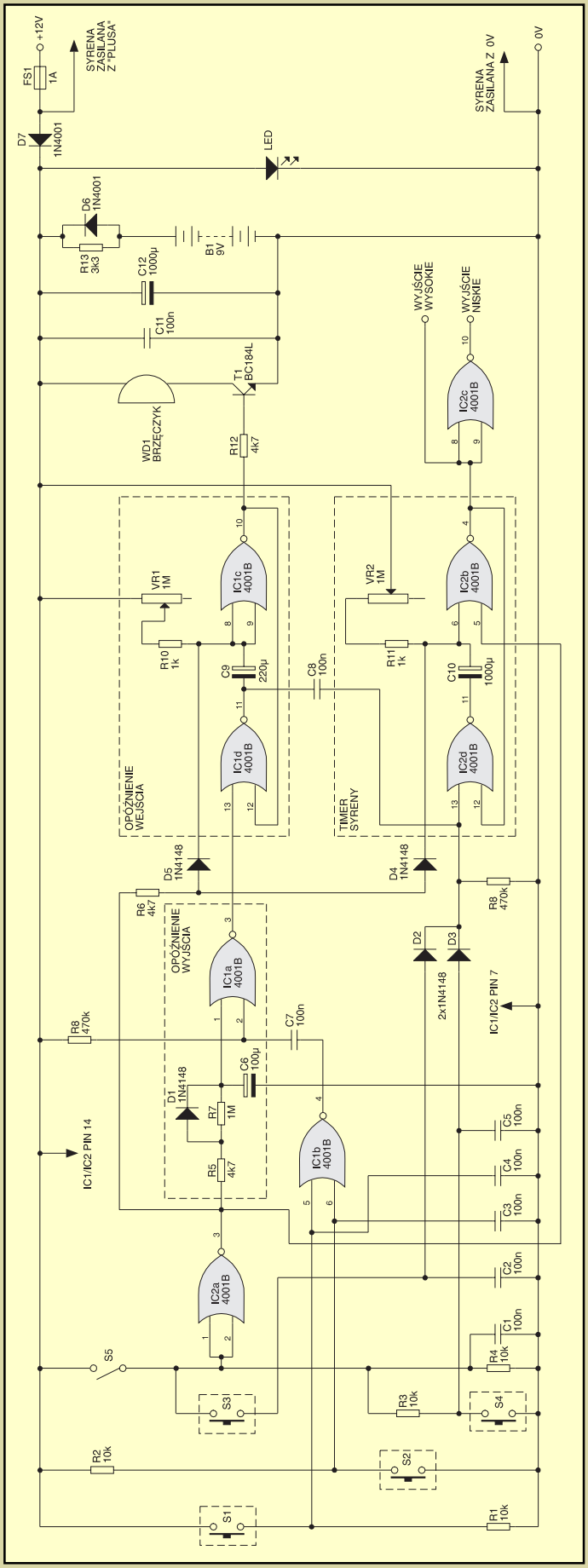
napięcie wejściowe niskie - napięcie wyjściowe wysokie

wzrost napięcia wejściowego - spadek napięcia wyjściowego

spadek napięcia wejściowego - opóźniony wzrost napięcia wyjściowego.

Poziom logiczny drugiego wejścia IC1a jest niski, jak widać na rys. 2. W układzie ostatecznym będzie ono połączone z modułem czujników zwłocznych.

Oporność 1MW rezystora R7 jest najwyższą, z jaką układ może działać niezawodnie. Oporność 4,7kW rezystora R5 jest tak dobrana, aby układ mógł być sterowany przez inną bramkę logiczną CMOS nie naruszając jej wyjściowego poziomu logicznego.



Rys. 3 Schemat układu sterującego alarmem.

Niższa oporność R5 dopuszczałaby pobór prądu o natężeniu mogącym ten poziom zmienić.

Moduł brzęczyka

Prąd dostarczany przez bramkę CMOS serii 4000 jest zbyt mały, aby mogła ona wysterować brzęczyk, bez naruszenia wyjściowego poziomu logicznego. Zostanie więc użyty moduł wyjściowy z jednym tranzystorem, układ z rys. 1.13a zmodyfikowany przez pominięcie diody.

Rachunek bramek

Warto sporządzić teraz zgrubny szkic schematu, a przynajmniej listę niezbędnych bramek. Moduł czasowy syreny i moduł wejściowy będą wymagały w sumie czterech bramek NOR. Do układu opóźnienia wyjścia będzie potrzeba przynajmniej jednej jeszcze bramki, potrzebny więc będzie drugi układ scalony. A zatem do dyspozycji jest osiem bramek NOR i z nich zostanie zestawiony ostateczny układ.

Ostateczny schemat układu

Pokazany na **rys. 3** ostateczny schemat układu, jak to zwykle bywa okazuje się bardziej skomplikowany od schematu blokowego i schematów podstawowych modułów, zwłaszcza po dodaniu licznych kondensatorów. Kondensatory C1 do C5 wypełniają podobne zadanie, tłumienia zakłócających impulsów napięciowych, mogących wywołać fałszywy alarm. Wszystkie wyłączniki i czujniki wejściowe przyłącza się zwykle za pośrednictwem długich przewodów, w przeciwnym bowiem razie zakłócenia elektryczne mogłyby uniemożliwić poprawne działanie systemu.

Opis modułów zwłocznych jest przedstawiony w **tabeli 1**. Przeznaczenie pozostałych zespołów zostanie omówione indywidualnie.

Wyłączniki wejściowe

"Wejścia" są przedstawione na rys. 3 w postaci wyłączników w ramkach z linii przerywanej. Każdy wyłącznik w ramce może reprezentować dowolną liczbę rzeczywistych wyłączników, a sposób ich łączenia, równoległy lub szeregowy, jest podany w tabeli. 2 (odpowiednio według rys. 2.1. lub 2.2.).

Jeżeli któreś z wejść nie jest potrzebne, to wejścia zwierne (S1 lub S3) można pozostawić rozwarte (czyli nie połączone). Natomiast nie użyte wejścia rozwierne (S2 lub S4) muszą zostać zwarte zworką z drutu z 0V.

Tabela 1 Opis modułów zwłocznych

moduł	składniki	wykorzystano
opóźnienie wyjścia	IC1a, R5, R7, D1, C6	rys. 2.3., rys. 2
opóźnienie wejścia	IC1d/c, C9, R10, VR1	rys. 2.8.
ukł. czasowy syreny	IC2d/b, C10, R11, VR2	rys. 2.8.

Opis działania

Wyłącznikiem głównym, na klucz, jest S5. Gdy jest on rozwarty, układ alarmu jest wyłączony (chociaż pozostaje pod napięciem). Powoduje to rezystor R4, który utrzymuje końcówki 1 i 2 IC2a w stanie logicznym 0, zatem wyjście 3 jest w stanie logicznym 1. Poziom ten kasuje oba przerzutniki (IC1d/c i IC2d/b) przez rezystor R6 i diody D4 i D5, więc alarm zostaje skasowany nawet w trakcie działania.

Rezystor R6 jest potrzebny do ograniczenia prądu pobieranego z końcówki 3 IC2a, który mógłby zaburzyć jej poziom logiczny. Diody D4 i D5 zapobiegają wzajemnemu oddziaływaniu na siebie obu przerzutników monostabilnych.

Syrena nie powinna zostać uruchomiona nawet na moment po włączeniu wyłącznika S5, i dlatego końcówka 3 IC2a łączy się jeszcze z końcówką 5 IC2b. Stan logiczny 1 na tej końcówce zapewnia stan niski na wyjściu 4 IC2b.

Sygnały czujników S1 i S2 podlegają opóźnieniu wyjścia i wejścia. Gdy S5 jest rozwarty (alarm wyłączony) końcówka 3 IC2a jest w stanie wysokim, więc oba przerzutniki monostabilne są zablokowane przez diody D4 i D5.

Wyłączniki S3 i S4 są czujnikami natychmiastowymi i ich sygnały nie są opóźniane. Jednak gdy S5 jest rozwarty, to napięcie zasilania nie dochodzi do S3 i S4, nie mogą więc wyzwolić układu czasowego syreny IC2d/b.

Uruchomienie alarmu

Gdy wyłącznik główny S5 jest zwarty, wyłączniki S3 i S4 są odblokowane. Zwarcie S3 lub rozwarcie S4 powoduje przeniesienie stanu logicznego 1 przez diodę D2 lub D3 do wejścia (końcówki 13) IC2d, układu czasowego syreny. Diody te tworzą bramkę OR, dzięki czemu albo S3 (lub inny wyłącznik równoległy) albo S4 (lub inny wyłącznik szeregowy) natychmiast pobudzi układ czasowy syreny, wprowadzając w stan wysoki wyjście (końcówkę 4 IC2b. Sygnał ten może zostać użyty do pobudzenia modułu syreny, jeżeli do wyzwolenia wymaga on stanu wysokiego. Bramka NOR IC2b jest użyta w roli inwertera, której wyjście (końcówka 10) jest w stanie niskim, gdy wyjście (końcówka 4) IC2b jest w stanie wysokim. Bramka ta jest przeznaczona do pobudzania modułu syreny, który do wyzwolenia wymaga stanu niskiego.

Czujniki S1 i S2, których sygnały podlegają opóźnieniu wyjścia i wejścia, pełnią w układzie inną rolę. Po włączeniu wyłącznika głównego S5, wyjście (końcówka 3) IC2a jest w stanie wysokim, więc kondensator C6 pozostaje naładowany. Dzięki temu wejście (końcówka 1) IC1a jest w stanie wysokim, w skutek czego stan drugiego wejścia IC1a (końcówki 2) nie ma znaczenia. Zatem czujniki S1 i S2 nie mają wpływu na układ.

Opóźnienie wyjścia

Opóźnienie wyjścia kończy się, gdy kondensator C6 rozładuje się przez rezystory R5 i R7 i obwód wyjściowy IC2a (końcówka 3), który jest teraz w stanie niskim, ponieważ wejścia 1 i 2 IC2a są w stanie wysokim. Napięcie na wejściu 1 IC1a obniży się poniżej progu jego przewodzenia i zostanie uznane za stan logiczny 0.

Zgodnie z tablicą prawdy bramki NOR, tabelą 2.1., jeżeli oba wejścia są w stanie niskim, to wyjście jest w stanie wysokim. Oba wejścia IC1b, końcówki 5 i 6, są w stanie niskim, więc wyjście 4 jest w stanie wysokim. Rezystor R8 utrzymuje wejście 2 IC1a w stanie wysokim, dzięki czemu jego wyjście 3 jest w stanie niskim.

Jeżeli wyłącznik S1 zostanie zwarty lub S2 rozwarty, to wejście 5 albo 6 IC1b przejdzie w stan wysoki, powodując przejście jego wyjścia 4 w stan niski. Ten skok napięcia zostanie przekazany przez kondensator C7 do wejścia 2 IC1a.

Powodem takiego zmodyfikowania sygnału z wyjścia 4 IC1b w impuls jest fakt, że gdy S1 lub S2 pozostaną aktywne na skutek włamania, to wyjście 3 IC1a nie powróci do stanu 0. To z kolei po zakończenie opóźnienia wejścia uniemożliwi powrót wyjścia 11 IC1d do stanu wysokiego i w konsekwencji alarm nie zostanie uruchomiony.

Opóźnienie wejścia

Impuls wyjściowy z końcówki 3 IC1a przechodzi do wejścia 13 IC1d, które jest równocześnie wejściem przerzutnika monostabilnego opóźnienia wejścia. Gdy przerzutnik ten zostanie wyzwolony, wyjście 10 IC1c przerzuca się w stan wysoki i przez tranzystor TR1 pobudza brzęczyk. Równocześnie wyjście 11 IC1d przechodzi w stan niski. Po upływie ustalonego potencjometrem VR1 czasu przerzutnik powraca do stanu pierwotnego, a wyjście 11 IC1d do stanu wysokiego. Zostaje więc wysłany przez kondensator C8 dodatni impuls, który wyzwala układ czasowy syreny IC2d/b.

Jeżeli wyłącznik główny S5 zostanie rozwarty przed upływem czasu opóźnienia wejścia, to oba przerzutniki zostaną skasowane i syrena zablokowana.

Układ czasowy syreny

Gdy układ czasowy syreny zostanie wyzwolony dodatnim impulsem dochodzącym do wejścia 13 IC2d, wyjście 4 IC2b przechodzi w stan wysoki na czas wyznaczony przez potencjometr VR2. Sygnał z tego wyjścia jest kierowany bezpośrednio do modułu syreny, jeżeli wymaga on pobudzenie stanem wysokim, albo za pośrednictwem IC2c (wyjście 10), jeżeli wymaga on pobudzenia stanem niskim.

Podtrzymywanie akumulatorka

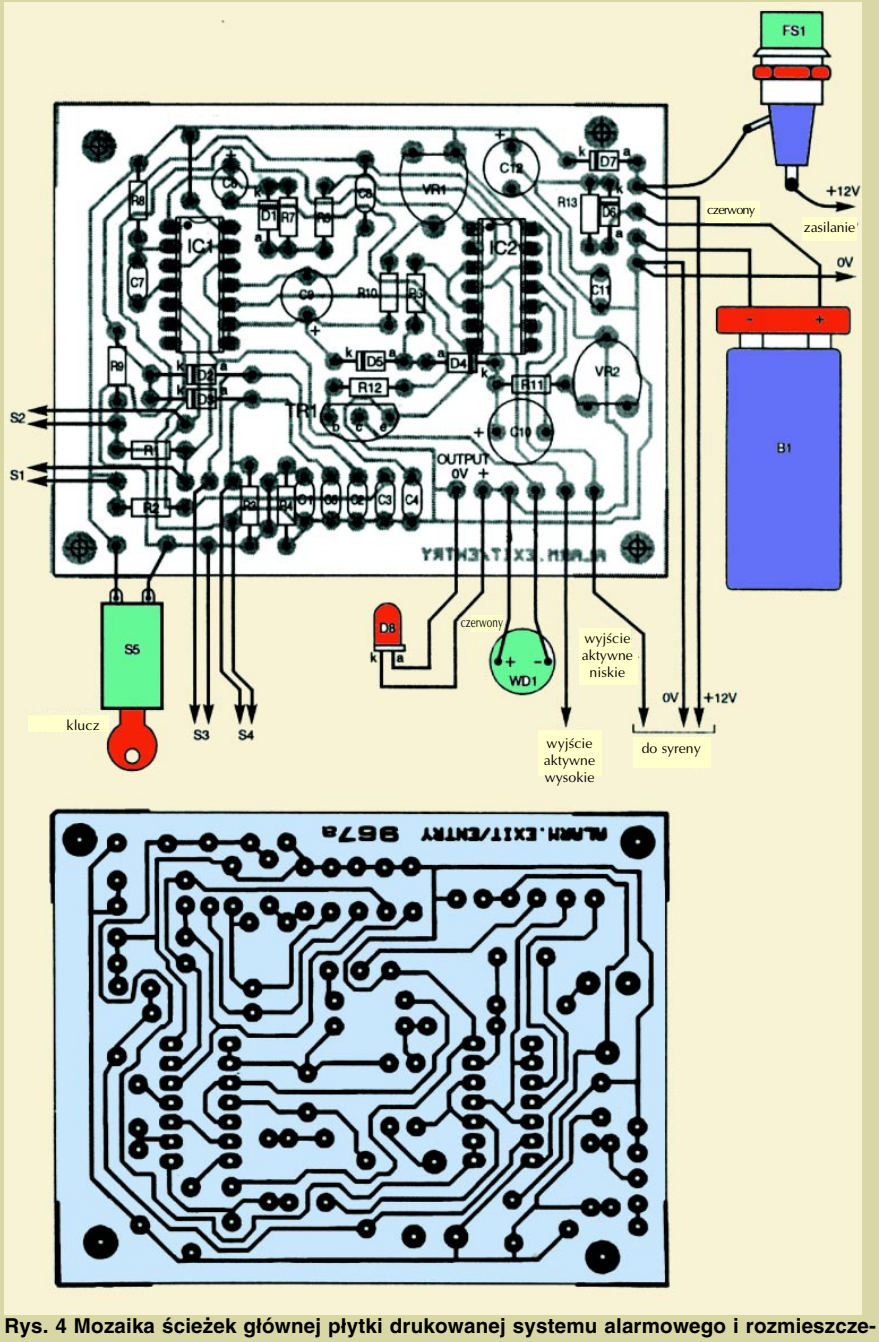
Akumulatorek B1 jest podładowywany przez rezystor R13, którego oporność została dostosowana do akumulatorka NiCd PP3. W razie zaniku napięcia sieci akumulatorek przez diodę D6 dostarcza prądu do układu. Dioda D7 zapobiega rozładowaniu się akumulatorka przez nieczynny zasilacz.

Odsprzęganie

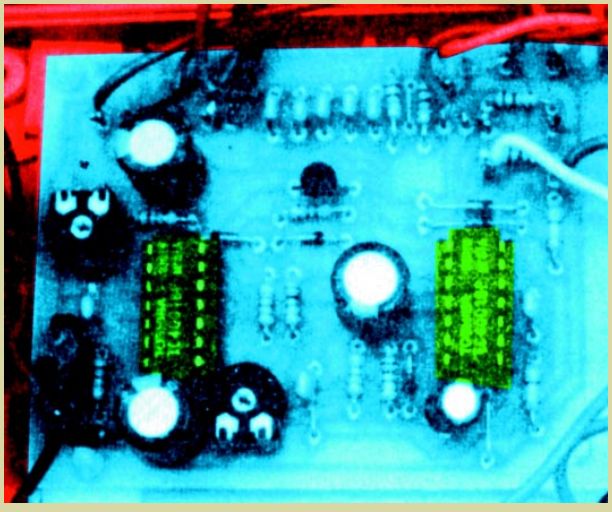
Jak zwykle duże znaczenie mają kondensatory odsprzęgające linie zasilające.

Tabela 2. Opis czujników wejściowych

działanie	rodzaj	czujnik	połączenie
zwłoczny	zwierny	S1	równoległe
zwłoczny	rozwierny	S2	szeregowe
natychmiastowy	zwierny	S3	równoległe
natychmiastowy	rozwierny	S4	szeregowe



Rys. 4 Mozaika ścieżek głównej płytki drukowanej systemu alarmowego i rozmieszczenie na niej elementów.



Kondensator C12 zapobiega większym zmianom napięcia, zaś C11 eliminuje bardzo szybkie zakłócenia.

Moduł syreny

W części 2 Samouczka 95 zostały opisane dwa niezawodne sterowniki syreny, których schematy zostały przedstawione na rys. 2.13. i 2.14. Oba zostają uruchomione w razie przecięcia przewodów łączących ten moduł z układem sterującym. Jednakże tylko układ z rys. 2.14. włącza syrenę w razie zaniku napięcia zasilającego, dlatego ten właśnie wariant został zastosowany w opisywanym systemie. Wymaga on sygnału wyzwalającego o stanie niskim, który jest pobierany z wyjścia 10 IC2c.

Zamiast dwóch tranzystorów, oznaczonych na rys. 2.14. TR1 i TR2, użyto tranzystora Darlingtona, oznaczonego w wykazie elementów przez TR1. Akumulatorek NiCd PP3 służy jako awaryjne źródło zasilania. Syrena zasilana z niego nie jest tak głośna jak przy zasilaniu napięciem 12V. Syrena nie będzie bardzo uciążliwa dla sąsiadów w razie przecięcia przewodów z powodu małej pojemności akumulatorka.

Montaż

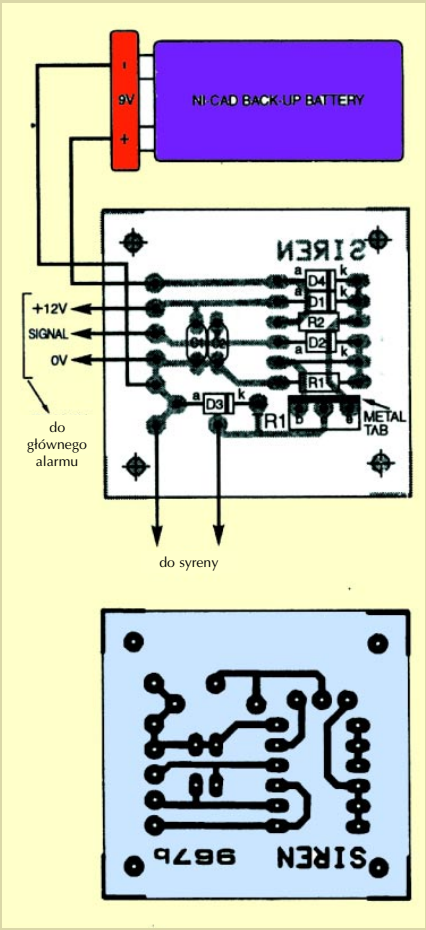
Główny zespół alarmu i układ syreny montuje się na oddzielnych płytkach drukowanych. Mozaiki ścieżek tych płytek i rozmieszczenie na nich elementów są pokazane na **rys. 4** i **5**.

Najpierw należy zmontować i sprawdzić płytkę główną. Trzeba zacząć od wmontowania podstawek układów scalonych i małych elementów, pamiętając o skierowaniu diod paskiem polaryzacyjnym we właściwą stronę. Rezystory i małe kondensatory mogą być skierowane dowolnie, ale kondensatory elektrolityczne i tranzystory w sposób wskazany na rysunku. Ujemne wyprowadzenia kondensatorów elektrolitycznych są oznaczone strzałką.

Potencjometry montażowe ze względu na rozkład ich wyprowadzeń dają się wmontować tylko w jeden sposób. Poszczególne doprowadzenia do płytki oraz wyprowadzenia do modułu syreny łączy się za pośrednictwem końcówek montażowych. Na zakończenie należy umieścić układy scalone w podstawkach. Operacji tej trzeba dokonać z zachowaniem zwyczajowych ostrożności, układy te są bowiem wrażliwe na ładunki elektrostatyczne. Przed wyjmowaniem ich z opakowań trzeba usunąć ewentualny ładunek z własnego ciała dotykając ręką uziemienia. Układy scalone muszą zostać ukierunkowane w podstawkach zgodnie z oznaczeniami na rys. 4.

Sprawdzanie

Podczas testowania konieczne jest zwarcie doprowadzeń czujników rozwiernych (S2 i S4). Do doprowadzeń czujników zwiernych należy przylutować przewody, których zwieraniem można symulować działanie czujników. Podczas sprawdzania wygodnie jest zasilać układ ze sta-



Rys. 5 Mozaika ścieżek płytki drukowanej modułu syreny i rozmieszczenie na niej elementów.

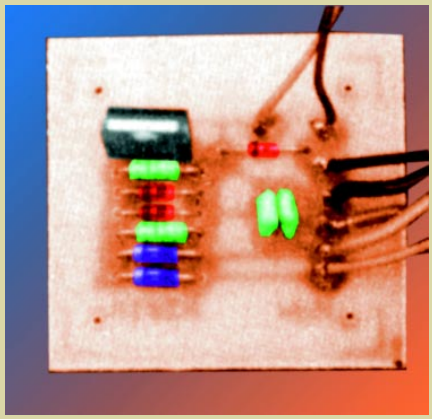
bilizowanego zasilacza 12V/100mA z ograniczaniem prądu. W razie braku takiego zasilacza trzeba zachować czujną ostrożność i w razie stwierdzenia zbytniego rozgrzewania się któregokolwiek z elementów natychmiast wyłączyć zasilanie. Linia dodatniego bieguna zasilania będzie pod napięciem niższym o 0,7V od napięcia zasilacza z powodu spadku napięcia na diodzie D7 w układzie głównym i D1 w układzie syreny.

Potencjometry VR1 i VR2 należy ustawić w pośrednim położeniu. Pomiędzy wyjściem 4 IC2b a 0V zamiast modułu syreny wystarczy dołączyć woltomierz. Powinien on wskazywać 0V. W przeciwnym razie należy sprawdzić czy wyłącznik główny S5 jest wyłączony (rozwarty).

Po włączeniu wyłącznika S5 i zetknięciu przewodów czujnika zwiernego (S3) woltomierz powinien wskazać około 11,3V przy napięciu zasilania 12V. Po wyłączeniu S5 woltomierz powinien ponownie wskazać 0V.

Po ponownym włączeniu S5 należy zetknąć przewody zwłocznego czujnika zwiernego (S1). Nie powinno to wywołać żadnego skutku. Dopiero po upływie mniej więcej 100 sekund (opóźnienia wyjścia) na skutek zetknięcia się tych przewodów powinien zabrzmieć dźwięk brzęczyka, wskazującego, że układ jest w trybie wejścia. Po dalszych około 100 sekundach (mniej, jeżeli VR1 ustawi się na mniejszą oporność przekręciwszy go nieco w kierunku przeciwnym kierunkowi ruchu wskazówek zegara) brzęczyk milknie, a woltomierz ponownie wskaże napięcie dodatnie.

Tym razem wychylenie woltomierza powinno trwać około 8 minut (mniej, jeżeli VR2 ustawi się na mniejszą oporność przekręciwszy go nieco w kierunku przeciwnym kierunkowi ruchu wskazówek zegara). Na zakończenie trzeba jeszcze sprawdzić, czy napięcie na wyjściu 10 IC2c jest odwrotne w stosunku do napięcia na wyjściu 4 IC2b.



Jeżeli dysponuje się amperomierzem to warto sprawdzić przez włączenie go w szereg czy akumulatorek jest ładowany. Prąd ten winien wynosić około 1mA jeżeli akumulatorek jest naładowany, a około 2mA, jeżeli jest rozładowany. Naładowany akumulatorek po odłączeniu zasilacza 12V powinien utrzymywać napięcie około 8V.

Moduł syreny

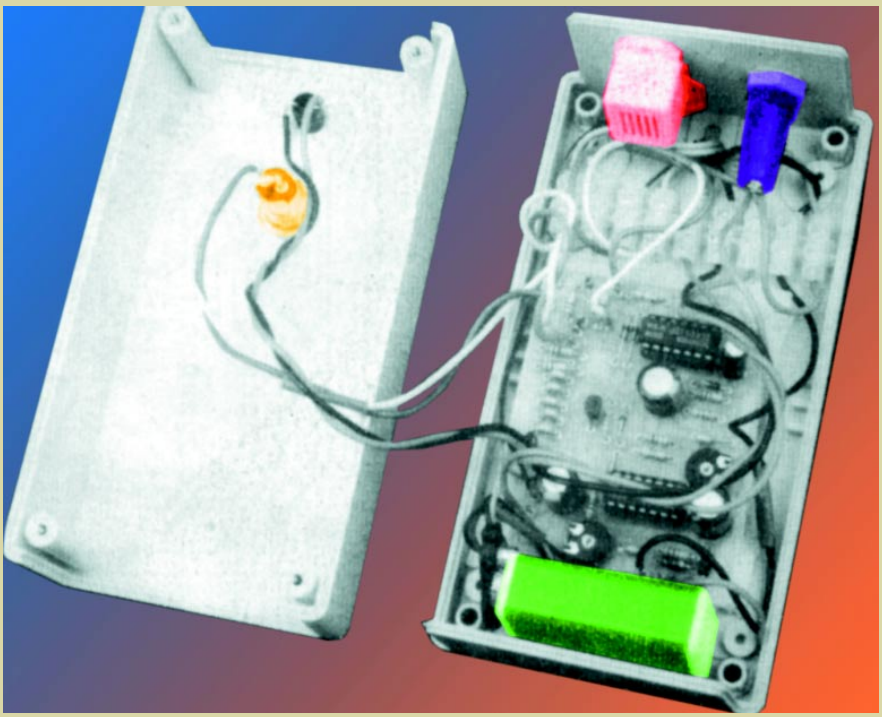
Moduł syreny montuje się w taki sam sposób jak płytkę główną, starannie sprawdzając ukierunkowanie diod i tranzystora. W czasie sprawdzania zamiast syreny warto włączyć mały brzęczyk, chyba że dysponuje się zatyczkami do uszu.

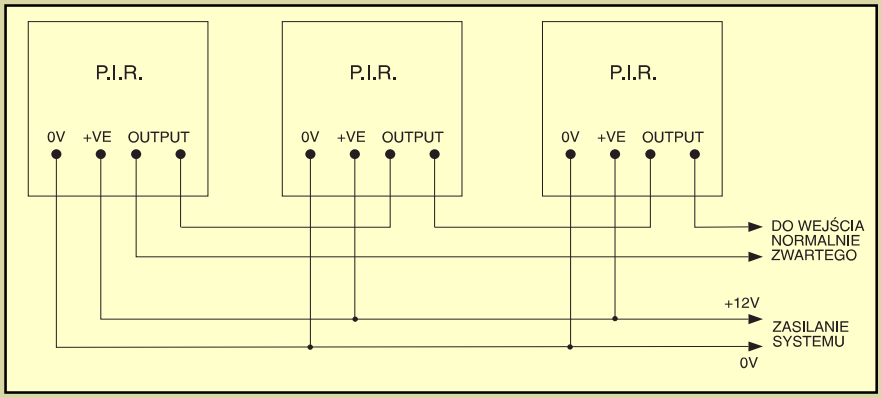
Moduł należy połączyć z zasilaczem 12V, ale na razie bez akumulatorka. Wejście układu syreny (aktywne w stanie niskim) należy połączyć z napięciem zasilania. Syrena nie powinna dźwięczeć. Natomiast po jego odłączeniu powinna zostać włączona. Po połączeniu wejścia z 0V, powinna nadal dźwięczeć.

Teraz należy przyłączyć akumulatorek, o ile możności przez włączony w szereg amperomierz, aby tak jak poprzednio sprawdzić prąd ładowania. Jeżeli wszystko jest w porządku, amperomierz można odłączyć i połączyć moduł syreny z płytką główną.

Odnajdywanie błędów

Jeżeli alarm nie działa, to trzeba sprawdzić, czy wszystkie elementy zostały wmontowane we właściwym kierunku i postępować zgodnie z instrukcjami zamieszczonymi w części 1 Samouczka 96. Pamiętając o tym, że układ składa się z modułów, w celu zidentyfikowania błędu należy sprawdzać woltomierzem wyjście





Rys. 6 Sposób połączenia czujników PIR z układem sterującym alarmu.

każdego z nich. Trzeba też mieć na uwadze fakt, że pobór prądu przez woltomierz, przyłączany do kondensatorów wyznaczających czas (C6, C9 i C10), może zakłócić ich ładowanie się.

Obudowa

Trzeba zacząć od wiercenia otworów do mocowania obudowy i na przewody doprowadzające oraz złącze sieciowe. Główną część obudowy można umocować do ściany, a następnie przykręcić do niej pokrywę. Doprowadzenie sieci powinno zostać ukryte, chyba że stosuje się system akumulatorowego zasilania awaryjnego. Przeprowadzenie przewodów czujników i syreny wymaga jego przemyślenia przed wierceniem otworów. Jednym ze sposobów jest wyprowadzenie wszystkich przewodów przez tylną ściankę obudowy.

Wyłącznik główny S5 z kluczem należy umieścić w pokrywie wraz z pulsującą diodą D8, sygnalizującą działanie zasilacza. W razie zastosowania zwykłej diody elektroluminescencyjnej trzeba pamiętać o konieczności użycia szeregowego rezystora o oporności około 680W.

Włączony w szereg z przewodem zasilania bezpiecznik 1A, widoczny na rys. 4, jest wartym zastosowania środkiem ochronnym. Jednak ze względów bezpieczeństwa powinien on zostać umieszczony w oprawce wmontowanej wewnątrz obudowy. Chociaż włamywaczowi otwarcie pokrywy nie zajmie wiele czasu, to próbę wyłączenia alarmu udaremni akumulatorek awaryjny w układzie syreny.

Instalacja

Do połączeń zewnętrznych można użyć bloku zacisków śrubowych. Jeżeli wszystkie wejścia S1 do S4 będą wykorzystane, będzie potrzeba jedenaście zacisków. Trzy z nich są przeznaczone dla modułu syreny, a przewody zasilające syrenę mogą zostać wykorzystane także do zasilania innych urządzeń, na przykład biernych czujników podczerwieni (PIR).

Widoczna obudowa syreny działa odstraszająco, a dla syreny, płytki drukowanej syreny i akumulatorka awaryjnego jest przeznaczona standardowa obudowa dzwonkowa.

Przy wykonywaniu połączeń poszczególnych czujników warto pamiętać, że jedna z końcówek S2 i S4 jest wspólna i łączy się z 0V, a jedna z końcówek S1 łączy się z napięciem zasilania. Można zaoszczędzić przewody łączące jeżeli da się wykorzystać przewody zasilające moduł syreny.

Czujniki PIR wymagają zasilania 12V, które może być wzięte z układu alarmowego. I w tym wypadku można użyć wspólnego z S2 i S4 przewodu 0V.

Zwielokrotnienie czujników

W razie stosowania wielu PIR ich zasilanie powinno zostać połączone równolegle, aby każdy z nich otrzymał pełne napięcie 12V. Natomiast ich wyjścia muszą zostać połączone szeregowo, przy założeniu że ich styki, jak na rys. 6, są typu rozwiernego.

Część trzecia

Projektem konstrukcyjnym, załączonym do części 3 "Klocków Elektronicznych", będzie system panoramicznego sterowania kamerą.

Max Horsey

Artykuł opublikowano na podstawie umowy licencyjnej z miesięcznikiem Everyday Practical Electronics

WYKAZ ELEMENTÓW MODUŁU SYRENY

Rezystory

R1: 27kW
R2: 3,3kW
0,25W, węglowe warstwowe lub lepsze

Kondensatory

C1, C2: 100nF, ceramiczny

Półprzewodniki

D1, D4: 1N4001
D2, D3: 1N4148
TR1: TIP127, tranzystor Darlingtona pnp

Różne

płytka drukowana kod 967b
syrena (zob. tekst)
obudowa do dzwonka (zob. tekst)
akumulatorek NiCd PP3 z zatrzaskiem

WYKAZ ELEMENTÓW CZĘŚCI GŁÓWNEJ

Rezystory

0,25W, 5%, węglowe warstwowe lub lepsze
R1...R4: 10kW
R5, R6, R12: 4,7kW
R7: 1MW
R8, R9: 470kW
R10, R11: 1kW
R13: 3,3kW
VR1, VR2: min 1MW, poziomy potencjometr montażowy

Kondensatory

C1...C5, C7, C8, C11: 100nF, ceramiczny
C6: 100µF/16V, czołowy
C9: 220µF/16V, czołowy
C10, C12: 1000µF/16V, czołowy

Półprzewodniki

D1...D5: 1N4148
D6, D7: 1N4001
D8: LED pulsująca (zob. tekst)
TR1: BC184L, npn
IC1, IC2: 4001B, poczwórna bramka dwuwejściowa NOR

Różne

S1...S4: czujniki alarmowe (zob. tekst)
S5: jednoobwodowy, dwupozycyjny przełącznik na klucz
WD1: brzęczyk półprzewodnikowy
płytka drukowana kod 967a
akumulatorek NiCd PP3 z zatrzaskiem
dwubarwna obudowa plastykowa 150mm x 79mm x 49mm
bezpiecznik 1A z oprawką (zob. tekst)
blok zacisków śrubowych (zob. tekst)

POZNAJEMY PRZYRZąDY POMIAROWE

CZĘŚĆ 2

Multimetry cyfrowe

Wszechobecne do niedawne mulitmetry z odczytem analogowym to już prawie historia. Przyrządy tego typu zostały już całkowicie wyparte przez mulitmetry cyfrowe. Stało sie to w momencie gdy ceny mierników cyfrowych i analogowych stały się porównywalne. Mierniki cyfrowe umożliwiają pomiar z dokładnością i rozdzielczością, o której konstruktorzy mierników analogowych mogliby jedynie pomarzyć. To samo można powiedzieć o liczbie funkcji i zakresów pomiarowych. Również niezawodność mierników cyfrowych jest nieporównywalnie większa. Delikatny, mechaniczny "ustrój" pomiarowy mierników analogowych ulegał łatwo uszkodzeniu w wyniku np. zrzucenia ze stołu. Mimo to są dziedziny, w których mierniki analogowe są nadal niezastąpione.

Funkcje i zakresy pomiarowe

Cena współczesnego multimetru cyfrowego jest wprost proporcjonalna do liczby funkcji, zakresów pomiarowych oraz dokładności i rozdzielczości mierzonych parametrów. Tani multimetr to przyrząd, który oprócz napięcia stałego (co najmniej do 600V) i prądu stałego, napięcia zmiennego (co najmniej do 500V) i rezystancji, mierzy jeszcze wzmocnienie tranzystora oraz wykonuje test diody. Najtańsze mierniki nie mierzą prądu (nawet stałego) i są wyposażone jedynie w dwa gniazda pomiarowe (COM i V). Niektóre nawet nie mają gniazd, a przewody pomiarowe są dołączone do nich na stałe.

Co rozgranicza tanie mierniki od tych, które moglibyśmy zaliczyć do klasy średniej. Można chyba przyjąć, że taką granicą jest możliwość pomiaru prądu zmiennego. Przyrządy należące do tej klasy mierzą także pojemność, rezystancję i częstotliwość. Oczywiście, im cena miernika jest niższa tym liczba zakresów pomiarowych odpowiadająca danej funkcji jest mniejsza a górny zakres pomiaru niższy. Przekroczenie zakresu pomiarowego jest sygnalizowane wyświetlaniem odpowiedniego symbolu lub cyfry 1. Układ zabezpieczenia przed zmianą zakresu pomiarowego jest zwykle wbudowany w układ przetwarzania sygnału tak, że napięcia lub prądy zbyt duże czy nawet niebezpieczne nie są w stanie uszkodzić przyrządu. Takie przyrządy mierzą już napięcie stałe do 1000V, a zmienne do 750V, zaś prąd stały i zmienny najczęściej do 10A.

Przełącznik obrotowy jest newralgicznym elementem taniego multimetru. Sprężynki przełącznika dotykają bezpośrednio ścieżek na płytce drukowanej multimetru. Takie rozwiązanie, choć tanie, ma jednak tę wadę, że po pewnym czasie, w wyniku częstego przełączania następuje wytarcie ścieżek, utrata sprężystości sprężynek i w konsekwencji utrata styku. Przyrząd przestaje poprawnie mierzyć i wymaga często kosztownej naprawy. Warto o tym pamiętać użytkując tani multimetr cyfrowy.

Konstruktorzy multimetrów od dawna głowią się jak rozwiązać ten problem. Najprościej byłoby zlikwidować mechaniczny przełącznik obrotowy, a w to miejsce użyć np. kilka lub kilkanaście przycisków. Rozwiązanie takie próbowano już stosować i próbuje się nadal w nowych modelach multimetrów. Jednak nie wiadomo dalczego użytkownicy jak dotąd wybierają przede wszystkim multimetry z przełącznikiem obrotowym.

Pewnym rozwiązaniem problemu przełącznika (choć tylko do pewnego stopnia) jest zastosowanie automatycznej zmiany zakresów pomiarowych. Przełącznik obrotowy w takim multimetrze służy jedynie do wybrania właściwej funkcji pomiarowej. Specjalny układ nieustannie sprawdza poziom mierzonego sygnału i odpowiednio dobiera zakres na wyświetlaczu. Jednak takie rozwiązanie, nie powodując jednoczesnego obniżenia parametrów multimetru, jest w realizacji stosunkowo drogie. Dlatego też do niedawna niektórzy producenci, dbając o konkurencyjną cenę swoich wyrobów, stosowali w nich jedynie ręczną zmianę zakresów. W miarę postępu rozwoju techniki, obniżeniu kosztów produkcji (duże serie) coraz więcej multimetrów, choć są one jednak zawsze droższe, może pracować z automatyczną zmianą zakresów. Piszę może, bo ten rodzaj pracy ma swoich przeciwników. Narzekają oni, że dla ich potrzeb zmiana zakresu następuje zbyt wolno. Dla takich wymagających użytkowników multimetr ma specjalny przycisk, oznaczony zwykle symbolami Manual i Range. Naciśnięcie przycisku powoduje przejście w tryb pracy ręcznej, a każde następne naciśnięcie zmienia zakres pomiarowy.

Drogie multimetry cyfrowe to zwykle przyrządy z automatyczną zmia-

ną zakresów, o wielu funkcjach pomiarowych, mierzących bardzo dokładnie i z dużą rozdzielczością. Konstruktorzy takich multimetrów szczególną wagę przykładają do pomiaru napięcia i prądu zmiennego. Wykonując pomiar napięcia zmiennego za pomocą typowego multimetru otrzymujemy dokładne wyniki do momentu, gdy mierzone napięcie zmienne ma kształt sinusoidalny. Problemy zaczynają się dopiero wtedy, gdy napięcie to ma np. kształt prostokąta, piły, a więc znacznie odbiegający od sinusoidy. Jeszcze gorzej jest, gdy w mierzonym przebiegu jest zawarta składowa stała. Parametrem, który świadczy o tym, jak daleko kształt przebiegu zmiennego odbiega od sinusoidalnego, jest współczynnik kształtu (ang. Crest Factor). Współczynnik kształtu jest stosunkiem wartości szczytowej przebiegu zmiennego do jego wartości skutecznej (ang. RMS). Jeżeli współczynnik ten mieści się w zakresie współczynników kształtów mierzonych przez multimetr pomiar będzie dokładny. Współczynnik kształtu sygnału prostokątnego wynosi 1, sinusoidy - 1,414 a sygnału trójkątnego - 1,732. Są dostępne na rynku multimetry cyfrowe zapewniające prawidłowy pomiar przy współczynnikach kształtu mieszczących się od 1 do 7, a nawet więcej. Multimetry o najlepszych parametrach przy pomiarze napięcia i prądu zmiennego to przyrządy wyposażone w funkcję True RMS, a więc zapewniające prawidłowy pomiar odkształconego napięcia zmiennego.

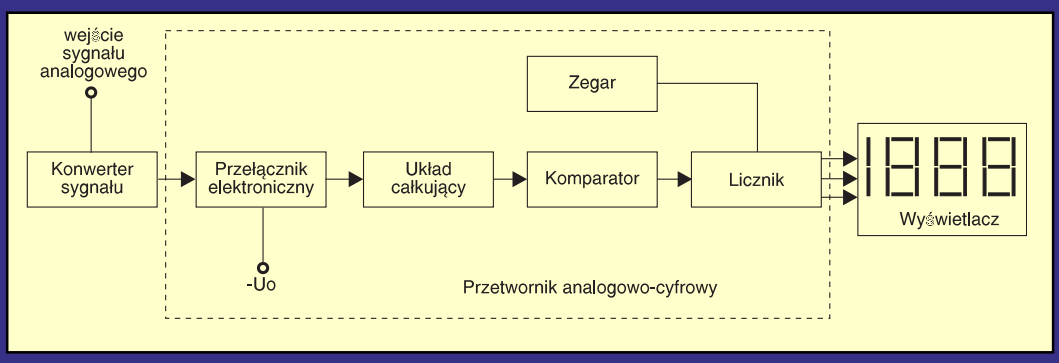
Każde napięcie odkształcone, którego kształt odbiega od sinusoidalnego, można rozłożyć na wiele przebiegów składowych, o częstotliwościach różniących się od częstotliwości przebiegu podstawowego (np. 50Hz). Im lepszy przyrząd tym lepiej mierzy przebiegi także o wyższych częstotliwościach. Ten właśnie parametr stanowi miarę jakości pomiaru typu True RMS sygnału zmiennego. Jednak nie tylko funkcja True RMS, połączona z automatyczną zmianą zakresów pomiarowych, świadczy o wysokiej klasie przyrządu. Świadczy o tym także wyposażenie przyrządu w szereg funkcji dokonujących zbierania i przetwarzania danych pomiarowych, tj. tzw. funkcji matematycznych. Multimetry wyposażone w funkcje matematyczne, oprócz dokonania pomiaru i pokazania jego wyniku na wyświetlaczu, magazynują wyniki pomiarów w pamięci a następnie, zależnie od wybranej funkcji, podają wartość minimalną, maksymalną, obliczają też wartość średnią z jednoczesnym podaniem liczby pomiarów użytych do obliczeń. Dalszym rozwinięciem tego typu funkcji jest tzw. pomiar względny (ang. Relative Mode). Pozwala on na uzyskanie wyniku pomiaru w stosunku do np. wartości średniej i wyrażenie go nie tylko w wartościach bezwzględnych, lecz także w procentach. Taka funkcja umożliwia np. łatwą segregację mierzonych elementów, stąd jej symbol TOL.

Warto też wspomnieć o bardzo przydatnej funkcji określanej angielskojęzycznym terminem Data Hold. Polega ona na "zamrożeniu" na wyświetlaczu wyniku pomiaru, wyświetlanego w momencie naciśnięcia przycisku. Dzięki temu można, unikając ew. pomyłki, odczytany wynik pomiaru zanotować, porównać z innym uzyskanym wcześniej itd. Podobnie rzecz ma się z funkcją Peak Hold, polegającą na zmianie wyświetlanego wyniku tylko wtedy, gdy aktualnie zmierzona wartość parametru jest większa od wyświetlanej.

Niektóre drogie multimetry oprócz rezystancji, pojemności mierzą też indukcyjność. Zwykle zakres pomiaru w tych przyrządach jest bardzo szeroki. Podczas gdy tanie przyrządy mierzą rezystancję do kilkudziesięciu MW, to drogie multimetry już do dziesiątek GW. Pomiar pojemności w tanich multimetrach sięga wartości ok. 100µF. Jednocześnie spotyka się drogie mierniki mierzące pojemności nawet rzędu 50mF.

O klasie multimetru świadczy nie tylko liczba funkcji i zakresów pomiarowych lecz także fakt wyposażenia go w szereg zabezpieczeń, ale o tym później.

Na zakończenie omawiania funkcji jakie spełniają współczesne multimetry, warto wspomnieć o poszukiwanej przez użytkowników funkcji umożliwiającej połączenie multimetr z komputerem klasy PC. W tym celu w obudowie przyrządu umieszcza się specjalne gniazdo (interfejs RS 232C), a z wyposażeniem miernika dostarcza się specjalny kabel połączeniowy oraz program na dyskietce. Dzięki sprzężeniu multimetru z komputerem (sprzężenie optyczne) można przesyłać wyniki pomiarów do komputera w celu dalszej obróbki, sporządzania raportu itp. Takie połączenie umożliwia też zdalne monitorowanie pomiarów.



Rys. 1.

Przetwarzanie analogowo-cyfrowe

Podstawowym i właściwie jedynym bezpośrednim pomiarem wykonywanym przez miernik cyfrowy jest pomiar napięcia stałego.

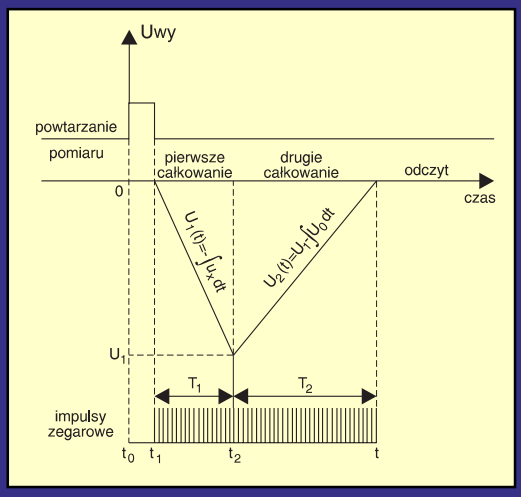
Wszystkie inne wielkości elektryczne, jak np. prąd, rezystancja czy pojemność są mierzone pośrednio w wyniku pomiaru napięcia.

Dotyczy to także wielkości nieelektrycznych, jak np. temperatury. I tak np. pomiar natężenia prądu polega na pomiarze napięcia na rezystancji o ściśle określonej wartości, a następnie obliczeniu wartości prądu z prawa Ohma, czyli podzieleniu wartości napięcia przez wartość rezystancji. Sercem każdego miernika cyfrowego jest układ elektroniczny przekształcający mierzone analogowe napięcie wejściowe na napięcie o postaci cyfrowej. Układ taki jest nazwany przetwornikiem analogowo-cyfrowym i jest wykonywany zwykle w postaci pojedynczego układu scalonego. Nowoczesny przetwornik analogowo-cyfrowy to obecnie prawie kompletny multimetr zawierający oprócz przetwornika układy sterujące wyświetlaczem, pamięci i inne układy umożliwiające realizację wszystkich innych funkcji, w tym matematycznych.

Współczesne przetworniki analogowo-cyfrowe, stosowane w popularnych multimetrach cyfrowych, to układy należące do rodziny przetworników całkujących, przetwarzających napięcie do nich doprowadzone na szereg impulsów o czasie całkowitym wprost proporcjonalnym do tego napięcia.

W trakcie przetwarzania analogowo-cyfrowego, co pewien ściśle określony czas jest dokonywany pomiar wartości sygnału analogowego. Wyniki takich pomiarów (już w postaci cyfrowej) zwykło nazywać się próbkami. Jeżeli przebieg mierzony zmienia się wolno (mała częstotliwość) to częstotliwość próbkowania nie musi być duża. Inaczej jest gdy mamy do czynienia z szybko zmieniającymi się sygnałami. W takich przypadkach częstotliwość próbkowania musi być większa. Przyjmuje się, że jeżeli sygnał analogowy ma składniki o częstotliwościach z zakresu od DC (sygnał stały) do pewnej częstotliwości oznaczanej fmax, to częstotliwość próbkowania powinna wynosić $2f_{max}$. Większość popularnych multimetrów cyfrowych jest przeznaczona do pomiaru napięcia lub prądu zmieniającego się dość wolno. W takich przyrządach częstotliwość próbkowania może być mała. Jeżeli maksymalna częstotliwość sygnału analogowego wynosi np. 1Hz, to częstotliwość próbkowania 2 razy na sekundę jest zupełnie wystarczająca. Przy zbyt dużej częstotliwości próbkowania wskazanie na wyświetlaczu zmieniałoby się szybko, co w najlepszym wypadku byłoby męczące dla użytkownika multimetru, a w najgorszym czyniłoby odczyt nieczytelnym. W ogólności częstotliwość próbkowania 2,5 raza na sekundę całkowicie wystarcza w większości multimetrów.

Na rys. 1 przedstawiono typowy układ przetwornika analogowo-cyfrowego. Mierzony sygnał analogowy jest doprowadzany najpierw do przełącznika elektronicznego a potem do układu całkującego - tzw. integratora. Jednocześnie włącza się układ wytwarzający imulsy zegarowe. W pierwszej fazie pomiaru sygnał mierzony jest całkowany w integratorze. Napięcie na wyjściu integratora (rys. 2) maleje od poziomu zerowego do pewnej wartości wyznaczonej przez czas zliczania impulsów T_1. Największe napięcie odpowiada maksymalnemu wskazaniu miernika dla danego zakresu pomiarowego. Zakończenie "pierwszego" całkowania i przejście do drugiego odpowiada zliczeniu przez licznik pewnej ściśle określonej liczby impulsów, np. 9999. W tym momencie w układ przetwornika zostaje włączone źródło odniesienia o napięciu - U_{OA} i licznik impulsów zegarowych jest wyzerowany. Rozpoczyna się druga faza całkowania, w której jest całkowane napięcie odniesienia. Napięcie na wyjściu integratora rośnie do zera (wartość bezwzględna napięcia maleje do zera). Jednocześnie licznik liczy impulsy zegarowe przez czas T_2. Czas ten jest już zmienny i zależy od wartości mierzonego napięcia. Jeżeli np. mierzymy napięcie o wartości 1,999V (co odpowiada maksymalnemu wskazaniu na danym zakresie pomiarowym), to w czasie "drugiego" całkowania licznik zliczy przez czas T_2 1999 impulsów. Gdy napięcie wejściowe będzie równe 1V (połowa napięcia maksymalnego danego zakresu pomiarowego), to licznik zliczy 1000 impulsów przez czas T_2 o połowę krótszy od poprzedniego.



Rys. 2.

Wyświetlacze

Zdecydowana większość produkowanych obecnie multimetrów wykorzystuje wyświetlacze ciekłokrystaliczne (LCD - ang. Liquid Crystal Display). Wynika to z niewielkiego poboru energii przez wyświetlacz tego typu. Wadą ich jest to, że nie są widoczne w ciemności i wymagają wtedy dodatkowego podświetlenia. W multimetrach stacjonarnych, gdzie problem poboru energii jest sprawą drugorzędną, stosuje się wyświetlacze typu LED (ang. Light Emiting Diode) lub lampy fluorescencyjne (VFD - ang. Vacuum Tube Display). Jeżeli do

znikomego prądu pobieranego przez wyświetlacz LCD dodamy niewielki pobór prądu przez przetwornik analogowo-cyfrowy (wykonany w technice CMOS) otrzymamy wartość rzędu kilku mikroamperów. Przy okazji warto dodać, że konstruktorzy multimetrów, chcąc jeszcze bardziej zmniejszyć pobór prądu a tym samym przedłużyć czas "życia" baterii zasilającej, wyposażają multimetry w układy automatycznie wyłączające niektóre, najbardziej "prądożerne" układy miernika, gdy wskazanie miernika nie zmieni się przez ustalony czas lub gdy nie zostanie wybrana żadna nowa funkcja pomiarowa (np. przez przekręcenie przełącznika).

Parametry charakteryzujące wyświetlacz typu LCD to przede wszystkim liczba jego cyfr, czyli wskaźników siedmiosegmentowych, maksymalne wskazania wyświetlacza oraz wysokość jego cyfr. Aktualnie stosowane wyświetlacze mogą wyświetlać od 3 do 8 cyfr (to już w multimetrach stacjonarnych), a ponadto kropkę dziesiętną, przesuwającą się na wyświetlaczu w momencie zmiany zakresu oraz znak polaryzacji plus lub minus. Najbardziej znaczący wskaźnik wyświetlacza, choć mogący wyświetlić maksymalnie cyfrę 9, wyświetla najczęściej tylko liczbę 1. Przyjęło się np. mówić, że wyświetlacz typu 3 1/2 cyfry to taki, który zawiera cztery wskaźniki siedmiosegmentowe, wyświetlające maksymalnie liczbę 1999, a typu 3 i 3/4 cyfry - wyświetlające maksymalnie liczbę 4000. Współczesne wyświetlacze ciekłokrystaliczne mogą jednak wyświetlać znacznie więcej niż jedynie cyfry. Do najważniejszych, ostatnich innowacji w tej dziedzinie należy zaliczyć umieszczenie na wyświetlaczu tzw. barografu analogowego, czyli linijki złożonej z kilkudziesięciu ciekłokrystalicznych segmentów. Barograf analogowy imituje wskazówkę miernika analogowego i jest "odświeżany" znacznie częściej niż wyświetlacz cyfrowy. Dla przykładu multimetr mający wyświetlacz o długości 3 i 3/4 cyfry, na którym wynik pomiaru jest uaktualniany 5 razy na sekundę, ma jednocześnie 43-segmentowy barograf analogowy uaktualniany 128 razy na sekundę. Nowoczesne wyświetlacze mogą wyświetlać także symbole funkcji pomiarowych i jednostek wielkości mierzonych, a ponadto komunikaty ostrzegawcze, np. o przekroczeniu zakresu pomiarowego, wyczerpanej baterii zasilającej, uszkodzeniu bezpiecznika czy błędnym wybraniu funkcji i inne. Komunikaty te są często zsynchronizowane z sygnałem dźwiękowym.

Ostatnio coraz modniejsze stają się wyświetlacze podwójne. Jeden wyświetlacz podaje wynik jednego parametru, a drugi wyświetlacz, spełniający rolę pomocniczą (często o mniejszej liczbie cyfr) - drugiego mniej istotnego parametru. Na przykład mierząc napięcie sygnału zmiennego można na głównym wyświetlaczu otrzymać wartość napięcia, a na pomocniczym wartość częstotliwości tego sygnału.

Firmy produkujące wyświetlacze są obecnie w stanie wykonać wyświetlacz o dowolnym kształcie i dowolnej konfiguracji elektrod według życzenia klienta tj. firmy produkującej multimetry. Również liczba cyfr wyświetlacza może być dowolna, ograniczona jedynie rozmiarami urządzenia. Nowa generacja wyświetlaczy graficznych umożliwia przedstawienie na wyświetlaczu wykresów, informacji alfanumerycznych itp.

Zabezpieczenia

Zabezpieczenia we współczesnych multimetrach powinny zapewnić bezpieczną obsługę zarówno dla użytkownika jak i przyrządu. Zabezpieczenia chroniące użytkownika przed groźbą porażenia dotyczą nawet kształtu i długości końcówek przewodów pomiarowych. Zakończenia przewodów jak i ich izolację wykonuje się z materiału bardzo odpornego na przebicie elektryczne oraz na uszkodzenia mechaniczne, jak np. przepalenie izolacji gorącym grotem lutownicy (izolacja teflonowa). Same przewody powinny także umożliwić przepływ odpowiednio dużego prądu. Końcówki przewodów pomiarowych mają wystający mocno rant chroniący palce użytkownika.

Obudowy mierników są wykonane ze specjalnych odpornych mechanicznie tworzyw (niektóre z nich wytrzymują upadek z wysokości stołu). Specjalne uszczelki uniemożliwiają wnikanie wilgoci. Obudowa miernika powinna też zapewnić dużą wytrzymałość na przebicie (rzędu 6kV) między układem pomiarowym multimetru a obudową przy dopuszczalnym mierzonym napięciu 1000V. Dostęp do wnętrza multimetru powinien być możliwy jedynie przy użyciu śrubokrętu.

Wytrzymałość mechaniczną obudowy wzmacnia się nie tylko przez dobór odpowiedniego tworzywa. Zwiększają ją również różne wymyślne obejmy gumowe (holstery), pozwalające przymocować multimetr do paska spodni, zawiesić na ścianie, postawić na stole lub umieścić w nim końcówki przewodów pomiarowych.

Obudowy mierników powinny mieć oddzielną kieszeń na baterie uniemożliwiającą przedostanie się płynu z rozlanych baterii do wnętrza przyrządu.

Układ elektroniczny multimetru zabezpiecza się zwykle za pomocą bezpieczników. Coraz częściej są stosowane bardzo szybkie bezpieczniki wysokoenergetyczne. Umieszczenie przewodów pomiarowych w niewłaściwym gnieździe, np. przy pomiarze napięcia umieszczenia końcówki przewodu w gnieździe pomiaru prądu, jest sygnalizowane akustycznie i optycznie przez ukazanie się na wyświetlaczu odpowiedniego komunikatu. Pomiar zostaje wstrzymany, a układ wejściowy odcięty od dalszej części układu multimetru.

Leszek Halicki

EASYTRAX - to naprawdę proste część 2

W poprzednim odcinku zapoznałeś się z procedurą instalacji pakietu projektowego EASYTRAX. Poznałeś też podstawowe rozkazy programu easyedit.exe, który służy do zaprojektowania rysunku płytki drukowanej. Innymi programami wchodzącymi w skład pakietu zajmiesz się w przyszłości, a dziś będziemy wspólnie kontynuować omawianie kolejnych poleceń i możliwości programu easyedit.

W dzisiejszym odcinku nauczysz się konfigurować program do własnych potrzeb i upodobań.

Może Ci się wydaje, że są to sprawy drobne i nieistotne, ale prawda jest inna - jeśli podałbym Ci w kolejności alfabetycznej suchy opis poszczególnych poleceń to z ochotą zająłbyś się od razu projektowaniem jakiejś płytki i ...popełniłbyś mnóstwo błędów oraz nabrałbyś niezdrowych przyzwyczajeń. Swoje błędy odczułbyś boleśnie dopiero za jakiś czas, gdy przyszłoby Ci zaprojektować i wykonać konkretną płytkę według powszechnie stosowanych technologii. Dlatego proponują Ci nie spieszyć się do pracy i najpierw gruntownie zrozumieć i opanować podstawy.

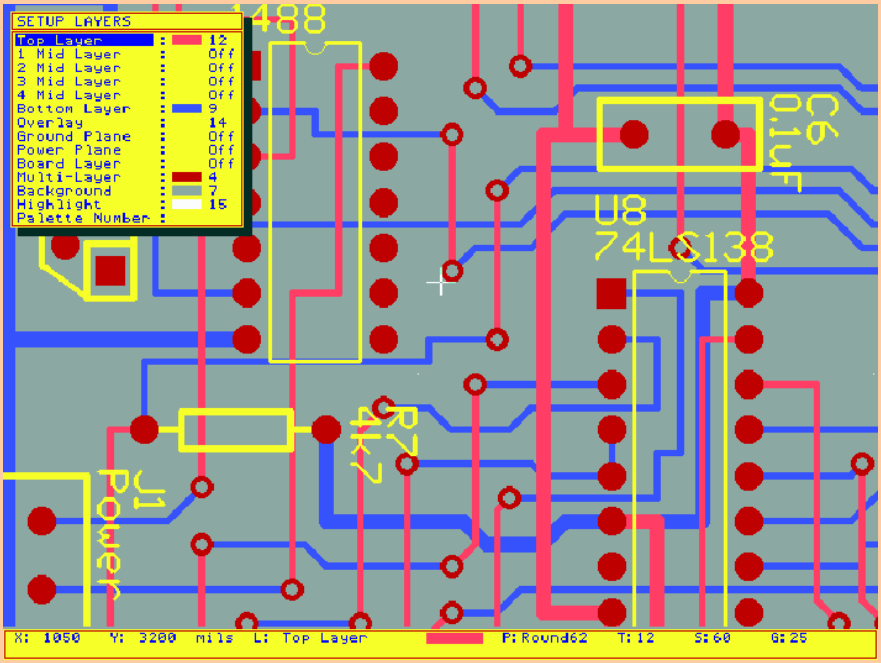
Wykonuj też wszystkie zalecane w lekcji ćwiczenia.

W poprzednim odcinku nauczyłeś się zaczynać i kończyć pracę z programem, opanowałeś podstawowe polecenia takie jak MOVE, PLACE, DELETE, REPEAT, EDIT. Potrafisz korzystać z polecenia ZOOM, poznałeś też działanie klawiszy funkcyjnych.

W dzisiejszej drugiej lekcji poznasz bardzo ważne polecenie SETUP, nauczysz się między innymi dostosować wygląd ekranu do własnych upodobań. Podam Ci także szereg praktycznych rad dotyczących bibliotek.

Polecenie SETUP - modyfikacja wyglądu ekranu

Po zainstalowaniu pakietu Easytrax kolory ekranu odpowiadające poszczególnym warstwom są takie jak pokazano na rys. 1. Nie jest to jednak przyporządkowanie stałe. Pamiętajmy, że w pamięci komputera lub na dysku nasz projekt płytki to nic innego jak pewien zbiór liczb, które na pewno nie mają nic wspólnego z kolorami. Liczby te określają współrzędne poszczególnych składników projektu (ścieżek, punktów, elementów, itd) oraz ich cechy (warstwa, numer elementu, komentarz, itd). Dopiero program easyedit interpretuje te liczby i powoduje narysowanie obrazu odpowiadającego płytce. W przedstawianym programie możesz bez



Rys. 1. Pierwotny wygląd ekranu.

kłopotu zmienić kolory odpowiadające poszczególnym warstwom, kolor tła, a także kolory ramek informacyjnych.

Zmień więc kolory ekranu.

Wejdź do programu:

c:\easytrax\easyedit.exe

"enter"

"enter".

Z menu głównego wybierz polecenie SETUP naciskając klawisz "S" lub używając myszy.

Pojawiło się nowe menu. Polecenia Keys na razie nie dotykaj. W przyszłości w razie potrzeby wykorzystując je napiszesz własne makrorozkazy, ale na razie naprawdę nie jest Ci to potrzebne.

W tej chwili interesować Cię będą cztery polecenia: Layer Colors, Menu Colors, Toggle Layers i Redraw.

Pierwsze z nich pozwala zmieniać kolory warstw i tła ekranu, drugie - kolory ramek informacyjnych, trzecie pozwala decydować, które warstwy mają być wyświetlane na ekranie, a które nie. Czwarte określa sposób, w jaki obiekty będą wyświetlane na ekranie.

Kolory warstw

Wybierz teraz polecenie Layer Colors, naciskając "L".

Pokazała się większa tabelka, w której jedna pod drugą wypisano wszystkie dostępne warstwy oraz tło (Background) - patrz rysunek 1.

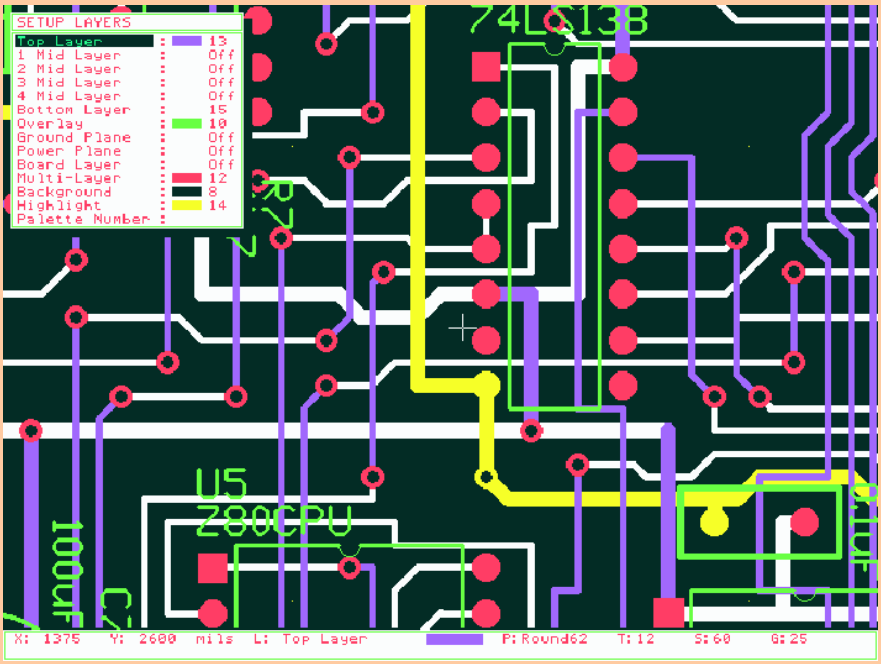
Górna warstwa (Top Layer, czyli popularnie strona elementów) jest w tej tabelce podświetlona. Naciskaj teraz "enter" i wybierz dla tej warstwy kolor, jaki Ci się podoba.

Następnie myszą lub strzałkami "góra", "dół" podświetl oznaczenia kolejnych warstw w tabeli i naciskając "enter" ustaw kolory jakie Ci odpowiadają.

Nie możesz ustawić koloru warstwy, która aktualnie jest wyłączona (gdy obok znajduje się oznaczenie Off), na przykład 1MidLayer czy BoardLayer. Nie przejmuj się tym - wykonasz to w razie potrzeby później po wykonaniu polecenia Toggle Layers.

Zauważ, że zmieniając kolor tła (Background) natychmiast uzyskujesz efekt, natomiast kolory warstw zmienią się dopiero, gdy po ich ustawieniu wyjdziesz do głównego menu poleceniem "esc".

Czy jednak ustawienie innych niż standardowe kolorów jest rzeczywiście potrzebne? To zależy od użytkownika. Ja, autor, nie znoszę innego koloru tła niż czarne. Przez kilka lat przyzwyczaiłem się do "swoich" kolorów:



Rys. 2. Wygląd ekranu po zmianie kolorów.

Top Layer - 13 fioletowy
Bottom Layer - 15 biały
Overlay - 10 jasny zielony
Board Layer - 6 brązowy
Multi-Layer - 12 czerwony
Highlight - 14 żółty
Background - 8 czarny.
Możesz to zobaczyć na rysunku 2.

A teraz pobaw się przez jakiś czas i zdecyduj jakie kolory odpowiadają Ci najbardziej.

Zdecydowanie nie radzą Ci jednak ustawiania tego samego koloru dla dwóch warstw, w szczególności Bottom Layer i Multi-Layer. Może na pierwszy rzut oka wyda się to celowe i naturalne, na przykład gdy planujesz projektować płytki jednowarstwowe (popularnie zwane jednostronnymi). Takie przyzwyczajenie może jednak w przyszłości stać się utrudnieniem przy korzystaniu z bardziej rozbudowanych programów, choćby z Autotraxa, który pozwala definiować punkty nie tylko w tej dziwnej warstwie Multi-Layer, ale też w pojedynczych warstwach.

Kolory ramek informacyjnych

Jeśli już zdecydowałeś się na kolory warstw i tła, ustaw kolory ramek menu i paska stanu:

z menu głównego wybierz polecenie SETUP naciskając “S”,

potem wybierz Menu Colors naciskając “M”.

Znów otrzymałeś tabelkę z kolorami - pokazana jest ona na rysunku 3. Podobnie jak poprzednio możesz zmienić kolor tła ramek (Background), tekstu (Text), linii ramki (Lines) i cienia “pod ramką” (Shadow). Analogicznie jak poprzednio ustaw kolory. Moje preferencje są następujące:

Background - 15 biały
Text - 12 czerwony
Lines - 10 jasny zielony
Shadow - 8 czarny.

Tym razem wszystkie zmiany kolorów są natychmiast widoczne na ekranie.

Po ustawieniu odpowiednich kolorów wyjdź do głównego menu naciskając “esc”.

Wyłączanie wyświetlania warstw

Teraz naucz się włączać i wyłączać poszczególne warstwy poleceniem Toggle Layers:

Z menu głównego “S” i ”T”.

Pojawiła się tabelka - rysunek 4 - zawierająca nazwy wszystkich dostępnych warstw - obok każdej znajduje się napis On (włączona) albo Off (wyłączona). Zmian dokonuje się jak poprzednio: strzałkami i klawiszem “enter”.

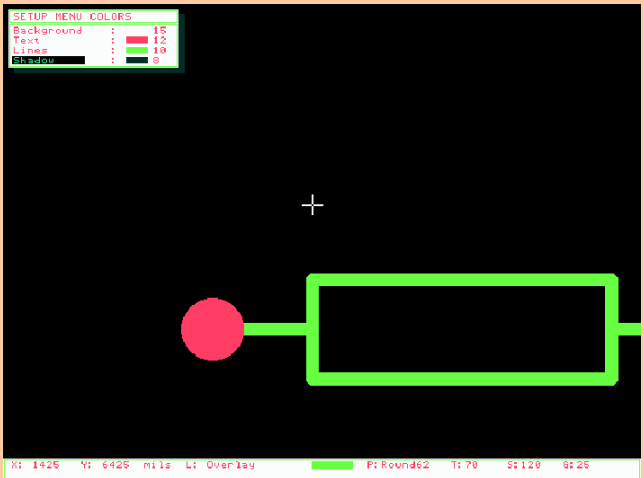
Początkujący użytkownicy zafascynowani sporą liczbą dostępnych warstw włączają wszystkie. Nie jest to dobry pomysł, jeśli projektowane będą jedno czy dwuwarstwowe płytki. W takim wypadku na pewno nie są potrzebne warstwy Power Plane i Ground Plane - stosuje się je w płytkach wielowarstwowych zamiast ścieżek masy i zasilania. Podobnie nie są potrzebne warstwy pośrednie 1 Mid Layer - 4 Mid Layer. Niektórzy twierdzą, że dobrze jest na nich umieszczać ewentualne robocze komentarze i przypomnienia występujące podczas pracy z płytką. Bezpieczniej jest jednak umieszczać takie komentarze w podstawowych warstwach: Bottom Layer i Overlay, które na pewno zawsze są włączone i nie ujdą uwagi np. bezpośredniemu wykonawcy płytek.

Warto też włączyć warstwę Board Layer. Obiekty umieszczone na Board Layer zostaną umieszczone na wszystkich czynnych warstwach ścieżek i opisu. Warstwa ta ma właściwości podobne nieco do warstwy Multi-Layer, z tym, że na Multi-Layer umieszczamy punkty i przelotki, a na Board Layer: ścieżki, napisy okręgi i łuki. Później wyjaśni się to w praktyce, gdy będziemy projektować płytkę i rysować jej poszczególne warstwy.

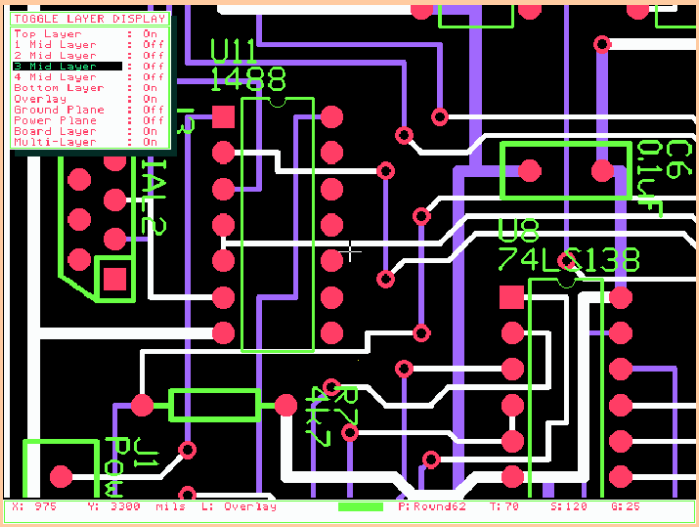
Pozostaje jeszcze problem zwór. Podczas projektowania płytek jednowarstwowych najczęściej nie udaje się uniknąć zwór. Początkującemu konstruktorowi może się wydawać, że wystarczy zaznaczyć zwory tylko na warstwie Overlay. Zwory należy jednak koniecznie zaznaczać także na jednej z warstw “miedzi”, co potem okaże się bardzo potrzebne przy wykorzystywaniu listy połączeń (tzw. netlista). Nawet w prostym Easytraxie będzie to użyteczne, a przy wykorzystywaniu bardziej skomplikowanych programów jest wręcz nieodzowne. Poza tym dobrych nawyków należy nabierać od początku.

Umawiamy się więc, że zwory zaznaczymy na warstwie Top Layer. Przy projektowaniu płytek dwustronnych problem zwór nie powinien zaistnieć - wszystkie połączenia powinny być wykonane w dwóch dostępnych warstwach. Z konieczności do zaznaczenia zwór wykonanych przewodem można wtedy użyć 1Mid Layer .

Tak więc podczas normalnej pracy czynne będą warstwy Top, Bottom,



Rys. 3. Ustawianie kolorów ramek.



Rys. 4. Włączanie i wyłączanie wyświetlania warstw.

Board, Multi-Layer i Overlay. Wyłączenie pozostałych usprawni bieżącą pracę zapewniając szybsze przełączanie między czynnymi warstwami (jak pamiętamy, za pomocą klawiszy “+”, “-”).

Ponadto niektóre warstwy będziemy także wyłączać na czas ostatecznego rozmieszczania ścieżek i porządkowania warstwy opisu.

Sposób rysowania obiektów

Pozostało do omówienia ostatnie w wymienionych na wstępie poleceń - Redraw. Z menu głównego wykonasz je naciskając “S”, potem “R”.

Znów pojawiła się tabelka z nazwami warstw. Tym razem naciśnięcie “enter” wybiera opcję Final albo Draft. W opcji draft rysowane są tylko obrysy wszystkich elementów rysunku, w opcji Final obrys jest wypełniony. Dla ciekawości sprawdź jak wygląda ekran gdy zmienisz wszystkie opcje na Draft - w artykule pokazuje to rysunek 5. Myślę, że podobnie jak mi, taki obraz zupełnie Ci nie odpowiada i nie będziesz go wykorzystywał, no chyba że masz jakiś przedpotopowy komputer z 16-bitowym procesorem i przy opcji Draft program będzie pracował o wiele szybciej.

A teraz według swego upodobania skonfiguruj ostatecznie wygląd ekranu i czynne warstwy, przechodzimy bowiem do kolejnego ważnego zagadnienia.

Polecenie SETUP - ustalanie wielkości i rodzaju napisów

W podmenu SETUP mamy do tego dwa polecenia: Component Text i Strings.

Tekst związany z elementami bibliotecznymi - Component Text: (“S”, “C”) pozwala zadecydować, jakie napisy będą umieszczone na płytce przy umieszczaniu na niej elementów bibliotecznych poleceniem “P”, “C”.

Na pewno na płytce powinien znajdować się numer elementu - pozostaw więc opcję Show w linii Designator. Oczywiście napis taki powinien znajdować się w warstwie Overlay, która służy do przygotowania sitodrukowego opisu płytki.

Proponuję Ci natomiast wyłączenie wyświetlania komentarzy. Co prawda w płytce DEMO.PCB komentarze są pokazane, ale zazwyczaj opis płytki zawiera tylko numery elementów. Życie pokazuje, iż często po wykonaniu płytki trzeba zmienić wartości elementów, szczególnie rezystorów - w takim wypadku opis na płytce tylko by przeszkadzał. Ponadto w gęściej upakowanych płytkach po prostu nie ma miejsca na taki komentarz - ledwo mieszczą się oznaczenia elementów.

W linii Comment zmień więc opcję na Hide (przyciskiem “enter”). Nie znaczy to, że rezygnujesz z wykorzystywania pola komentarza związanego z umieszczonymi na płytce elementami bibliotecznymi. Zawartość pola komentarza nie będzie tylko umieszczona na płytce, komentarz okaże się natomiast bardzo pomocny przy wykonywaniu spisu elementów umieszczonych na płytce. Wykorzystamy przy tym program bom.exe znajdujący się w katalogu c:\easytrax. Ale o tym porozmawiamy później przy okazji projektowania płytki i wykonywania jej dokumentacji.

Napisy - Strings - (“S”, “S”) polecenie to pozwala ustalić wielkość napisów umieszczanych na płytce - chodzi o wysokość znaków w milsach (1/1000 cala). W praktyce na gęsto upakowanej płytce nie powinna być ona większa niż 60mil. Gdy płytka jest duża, a elementy rozmieszczone rzadko napisy mogą być większe - 84 lub 100mil.

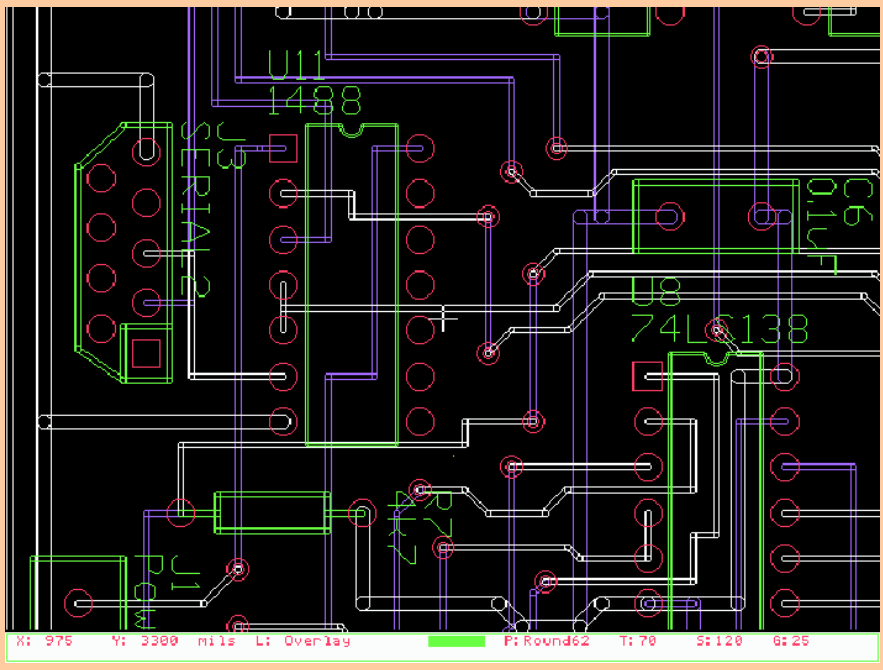
Proponuję Ci pozostawić pierwotne wielkości - 60mil. W przyszłości, gdy już nabierzesz wprawy będziesz i w tym zakresie wprowadzał zmiany. W Easytraxie wszelkie późniejsze zmiany są dość kłopotliwe, bowiem należy je wykonywać pojedynczo dla każdego obiektu. Inne programy, jak choćby już Autotrax umożliwiają wprowadzenie takich zmian dla wszystkich obiektów za pomocą jednego polecenia.

Zauważ jeszcze, iż z tej ramki interesuje Cię w zasadzie tylko wielkość napisów oznaczeń elementów: Component Designator Size. Jeśli bowiem wyłączyłeś wyświetlanie komentarzy to nie ma żadnego znaczenia co wpiszesz w linii określającej wielkość napisu komentarza. Natomiast wysokość swobodnie umieszczanych napisów nauczyłeś się już wcześniej ustalać za pomocą rozkazów “C”, “S” lub “Ctrl” + “S”, które są równoznaczne z omawianym teraz “S”, “S”, “F”.

Wypróbuj teraz omówione możliwości. Poleceniem “P” “C” umieść na płytce kilka elementów bibliotecznych przy wybranych różnych wielkościach ich oznaczeń.

Piotr Górecki

c.d. w EdW 3/96



Rys. 5. Wygląd ekranu w trybie draft.

JAK MONTOWAĆ UKŁAD NA PŁYTCE UNIWERSALNEJ

Przedstawiamy sposób projektowania układu na uniwersalnej płytce paskowej. To bardzo ważna umiejętność, gdyż często nie warto angażować się w projektowanie i wykonanie płytki przeznaczonej specjalnie do danego układu. Wystarczy wykonać montaż na płytce uniwersalnej. Zastosowanie płytki paskowej wymaga jedynie papieru, ołówka no i samej płytki.

Zaczynamy

Wstępnym warunkiem do projektowania rozmieszczenia elementów na własnej płytce drukowanej jest umiejętność w miarę biegłego czytania schematów. Czytelników, którzy nie posiedli jeszcze tej sztuki, trzeba odesłać do odpowiedniej lektury.

Istnieją liczne sposoby przetwarzania schematu w nadającą się do użytku specjalną lub paskową płytkę drukowaną. Opisywaną tu metodę stosuję od dawna i przy jej pomocy wykonałem już z powodzeniem wiele setek układów. Stosując płytkę paskową zawsze zaczynałem montaż układu od razu, rozmieszczając elementy w miarę posuwania się pracy.

Większość początkujących będzie prawdopodobnie wolała wykonać najpierw szkic na papierze, a dopiero potem montować rzeczywisty układ. Podczas rysowania łatwiej i szybciej można dokonywać zmian i poprawek a wybieganie wyobraźnią daleko w przód nie jest konieczne, ponieważ na papierze łatwiej wycofać się ze ślepej uliczki.

Opisana metoda może zostać użyta do obu sposobów. Można stosować ją do większości układów, są jednak takie, które mniej nadają się do płytek paskowych. Zwłaszcza wykonywanie na płytkach paskowych układów wielkiej częstotliwości o dużym wzmocnieniu, układów VHF i UHF, oraz układów o dużym natężeniu prądu wydaje się problematyczne.

Nie nadają się do tej techniki także układy bezpośrednio łączące się z siecią energetyczną, których wykonywanie zresztą i poza tym nie można polecać jako start dla nowicjusza.

Należy unikać układów łączących się bezpośrednio z siecią, dopóki nie nabierze się dostatecznego doświadczenia, aby robić to w sposób bezpieczny.

Odstępy

Przy projektowaniu specjalizowanych płytek drukowanych stosuje się zwykle standardowe odstępy pomiędzy wyprowadzeniami rezystorów i poszczególnych typów kondensatorów. Elementy porządkuje się w kierunku “północ-południe”, a czasem i ”wschód-zachód”, a nie skośnie. Standardowe odstępy można stosować także i w układach na płytkach paskowych, lepiej jednak tego nie robić. Płytki będą pełne zworek, a uzyskane gęstości upakowania nie będą imponujące.

Bardziej praktyczne jest stosowanie różnych odstępów pomiędzy wyprowadzeniami rezystorów i kondensatorów. Łatwiej projektować płytkę paskową z mylarowymi kondensatorami, które są elementami do płytek drukowanych, ale mają długie wyprowadzenia, niż z poliestrowymi, których wyprowadzenia do druku są krótkie, o standardowym odstępie. W miarę możliwości należy unikać skośnego montażu elementów, ale czasem może to okazać się korzystne, gdy prowadzi do oszczędności miejsca.

Zazwyczaj unika się pionowego montażu rezystorów na specjalizowanych płytkach. Montaż taki wykazuje małą odporność na pionowy nacisk mechaniczny, łatwo bowiem wtedy następuje oderwanie ścieżki od spodu płytki. Pionowo umieszczone elementy łatwo również ulegają zgięciu mogąc powodować zwarcia z sąsiednimi elementami. Jednakże użycie czasem kilku wmontowanych pionowo rezystorów ułatwia rozsądne zagęszczenie płytki, powinno się je jednak ograniczyć do minimum.

Decyzje, decyzje

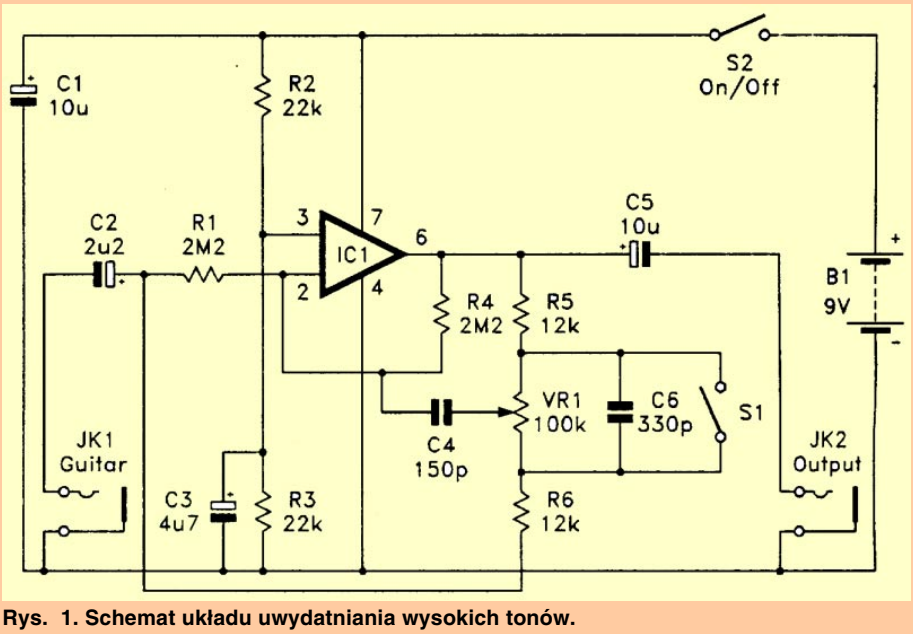
Najlepiej zaczyna się od jakiegoś prostego układu, nawet jeżeli traktuje się to tylko jako ćwiczenie. Jak przy każdym projektowaniu, najcenniejsze jest doświadczenie.

Układem, na przykładzie którego zostanie przedstawione projektowanie paskowej wersji płytki drukowanej, będzie układ uwydatniania wysokich tonów (treble booster).

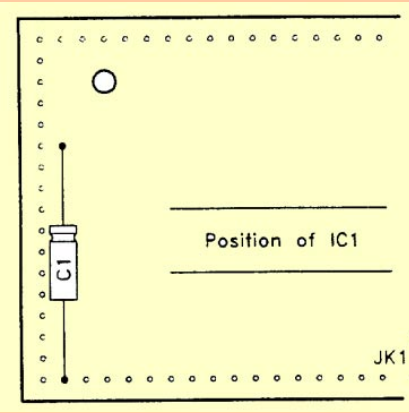
Dla początkujących najtrudniejszy jest start, wymaga on bowiem podejmowania wielu decyzji. Praktyczną zasadą jest przyjęcie dolnego paska płytki za szynę 0V zasilania, a górnego za szynę dodatniego napięcia (+) zasilania, o ile nie ma ważnych powodów zmodyfikowania tej konwencji.

Nieco miejsca na płytce trzeba przeznaczyć na otwory do jej mocowania w obudowie. Zmontowane płytki zwykle są zupełnie lekkie i dla małych i średnich płytek powinny wystarczyć dwa otwory. Zazwyczaj na otwory rezerwuje się trzy do pięciu pasków w górnej części płytki.

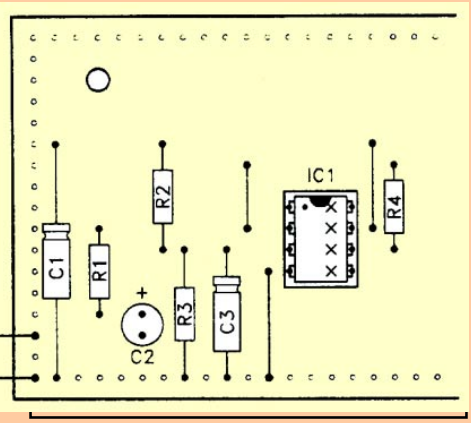
Następnie trzeba zdecydować ile pasków-ścieżek powinno mieścić się pomiędzy szynami zasilania. Z doświadczenia wiadomo, że powinno ich być minimum



Rys. 1. Schemat układu uwydatniania wysokich tonów.



Rys. 2. Płytka z umieszczonym pojedynczym kondensatorem C1.



Rys. 3. Płytka z podstawowym układem wzmacniacza.

dwa powyżej układów scalonych i cztery poniżej. Złożony schemat będzie prawdopodobnie wymagał ich jeszcze więcej, ale w tym wypadku chodzi o prosty układ.

Sumując razem wszystkie paski, będzie ich cztery na układ scalony, dwa na szyny zasilania, sześć poniżej i powyżej układu scalonego i dajmy na to pięć na otwory mocujące. Z powyższego wynika, że jest potrzebna płytka o 17 paskach.

Oczywistym punktem startu przy rozmieszczaniu elementów jest miejsce kondensatora C1, który można umieścić pomiędzy ścieżkami zasilania z lewej strony płytki. W tym stadium nie da się jeszcze ustalić dokładnej pozycji IC1, można już jednak dwoma liniami zaznaczyć dla niego górny i dolny pasek. W ten sposób powstaje wstępny zarys płytki na rys. 2.

Ciąg dalszy

Teraz trzeba tylko posuwać się wzdłuż schematu od lewej do prawej i dodawać po jednym elemencie. Po wybraniu szyn zasilania i pasków dla IC1 pozycje niektórych elementów są już do pewnego stopnia ustalone. Na przykład rezystor R3 i kondensator C3 muszą zostać wmontowane pomiędzy ścieżką łączącą się z końcówką 3 IC1 a szyną 0V. Podobnie, R2 łączy pasek końcówki 3 IC1 z dodatnią szyną napięcia zasilającego. Rezystorem R1 łączy się pasek, prowadzący do końcówki 2 IC1, z jednym z nie użytych jeszcze pasków. Jest ich kilka do wyboru, ale radziłbym dla prostoty użyć paska niższego o cztery pozycje od końcówki 2 IC1.

Kondensator C2 może wtedy zostać umieszczony pomiędzy tym paskiem a paskiem znajdującym się bezpośrednio poniżej. Na lewym skraju płytki można teraz wmontować wyprowadzenia do gniazdka JK1.

Po rozmieszczeniu wszystkich elementów na lewo od układu scalonego przyszedł czas na sam IC1 wraz ze zworkami z drutu, łączącymi go z szynami zasilania. Do zakończenia montażu układu wzmacniacza brakuje jeszcze rezystora R4. Powstaje jednak przy tym pewien problem, ponieważ rezystor ten ma połączyć paski po przeciwnych stronach IC1. Łączenie ich ponad układem scalonym nie jest dobrym rozwiązaniem, lepszym jest jego obejście przy pomocy zworek z drutu. Ja używam zwykle do tworzenia tego obejścia jednego z pasków powyżej układu scalonego. W tym stadium można zostawić częściowo ukończoną płytkę, zilustrowaną na rys. 3, istnieje jednak wiele innych sposobów rozmieszczania elementów, prowadzących do równorzędnego funkcjonalnie rezultatu. Nie wolno zapomnieć o wykonaniu niezbędnych przerw w paskach pomiędzy oboma rzędami wyprowadzeń IC1. Są one zaznaczone na rys. 3 znakami "x".

Analiza końcowa

Projektowanie końcowej części płytki jest nieco trudniejsze, ponieważ obejmuje ona kilka elementów z poza płytki. Potrzebny jest więc staranny namysł, aby ułożyć połączenia porządnie i wygodnie.

Wyprowadzenia każdego z zewnętrznych podzespołów powinny znaleźć się na płytce blisko siebie. Wyłącznik S1 także mógłby mieć swoje wyprowadzenia na płytce, ale łatwiejsze będzie połączenie go z końcówkami potencjometru VR1. Wyprowadzenia do VR1 będzie wygodnie połączyć z trzema paskami poniżej IC1. Wystarczy wtedy wmontować rezystory R5 i R6, a kondensatory C4, C5 i C6 pomiędzy odpowiednimi paskami. Niewykorzystany pozostanie wtedy jeden pasek poniżej IC1, który posłuży do połączenia ujemnej końcówki kondensatora C5 z jednym z wyprowadzeń gniazdka wyjściowego JK2, którego drugie wyprowadzenie łączy się z szyną 0V. Kończę ostatnim (ale nie sprawdzonym) rozmieszczeniem wszystkich już elementów, przedstawionym na rys. 4. Trzeba zwrócić uwagę na przerwę w pasku łączącym końcówki R6. I w tej części schematu istnieje wiele równorzędnych rozwiązań.

W układach audio trzeba zawsze strzec się przypadkowych sprzężeń zwrotnych wyjścia z wejściem układu. W tym przypadku zastosowałem dwie przerwy w ścieżkach przy wejściu i przy wyjściu układu. Zmniejsza to prawdopodobieństwo sprzężenia zwrotnego i indukowania się zakłóceń na wejściu.

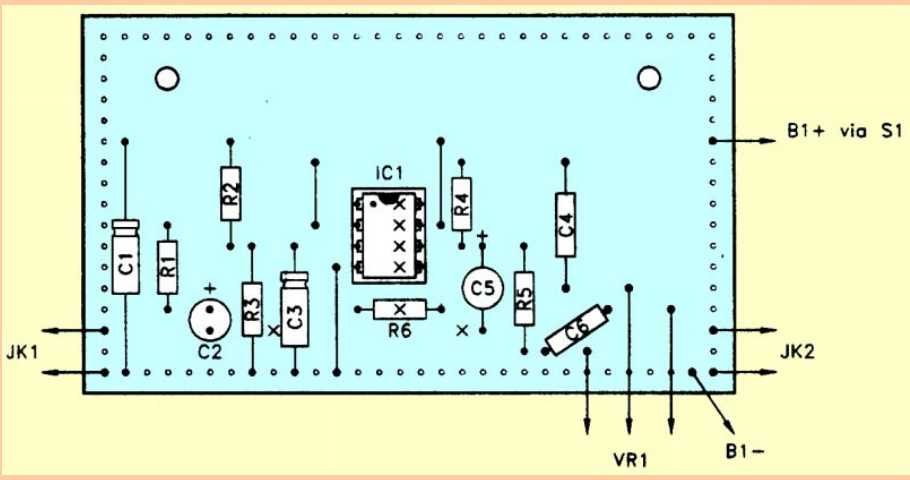
Sprzężenie zwrotne

W układach liniowych trzeba dbać o minimalizację sprzężenia zwrotnego drogą paskowych ścieżek. Należy zwłaszcza unikać stosowania do wejścia i wyjścia sąsiednich pasków. W razie problemów związanych ze sprzężeniem zwrotnym, zwykle skutkuje wykonanie dodatkowych przerw w ścieżkach, izolujących niewykorzystane ich odcinki. W skrajnych przypadkach może pomóc połączenie tych odcinków z szyną 0V. Działają one wtedy jak ekrany, które redukują w znacznym stopniu wszystkie niepożądane sprzężenia.

Omówiony układ jest bardzo prosty, ale podstawowe zasady jego tworzenia stosują się także do bardziej złożonych układów.

Robert Penfold

Artykuł publikujemy na podstawie umowy licencyjnej z angielskim pismem Everyday Practical Electronics.



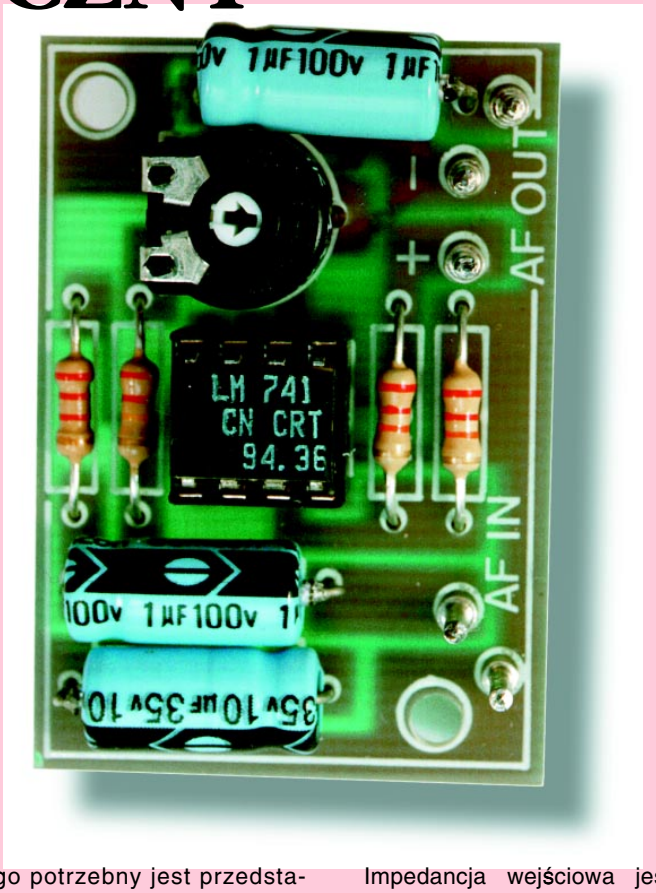
Rys. 4 Ostateczne rozmieszczenie (nie sprawdzone) elementów na płytce.

UNIWERSALNY PRZEDWZMACNIACZ MONOFONICZNY

kit K1803

Kontynuujemy prezentację zestawów dla hobbystów produkowanych przez najbardziej znanego wytwórcę europejskiego - firmę Velleman. Wszystkie kity Vellemana zawierają płytkę drukowaną, komplet elementów i dwie lub trzy broszurki z opisem. W skład wszystkich zestawów wchodzą identyczne broszurki zawierające rysunki spotykanych obudów mające służyć pomocą podczas montażu oraz przynajmniej jedna instrukcja montażu danego kitu.

Dla niektórych Czytelników pewną niedogodnością może być fakt, że instrukcja, choć napisana jest w kilku językach, nie zawiera wersji polskiej. Ponadto, instrukcja podaje tylko najpotrzebniejsze wskazówki przydatne przy montażu, nie obejmuje natomiast żadnej analizy funkcjonowania układu i uwag praktycznych, a wiemy że interesuje to spore grono odbiorców. Tym razem przedstawiamy zestaw K1803 - uniwersalny przedwzmacniacz monofoniczny



Do czego potrzebny jest przedstawiany przedwzmacniacz? Może on znaleźć zastosowanie jako wzmacniacz mikrofonowy współpracujący z różnymi typami mikrofonów, może służyć do zwiększania czułości posiadanego wzmacniacza mocy. Nadaje się też jako wzmacniacz wstępny do współpracy ze wskaźnikiem wysterowania, VU-metrem.

Zaletą układu jest fakt, że może być zasilany pojedynczym napięciem w zakresie, jak podaje instrukcja, 10...30V.

Wzmocnienie wypadkowe jest regulowane w zakresie 0...100 razy, pasmo przenoszenia wynosi 20Hz...20kHz (ze spadkiem -3dB).

Napięcie sygnału wejściowego nie powinno przekraczać 40mV.

Pobór prądu jest rzędu 10mA i zależy od wielkości napięcia zasilającego.

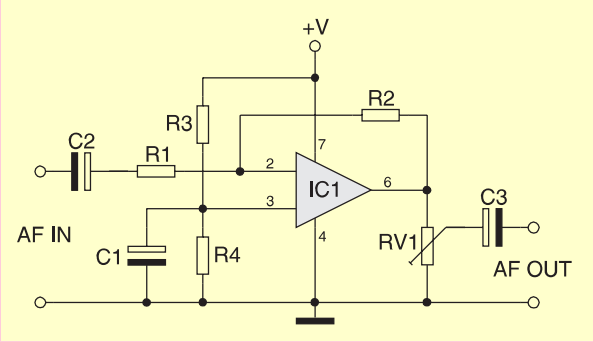
Impedancja wejściowa jest równa 2,2kW, a wyjściowa nie więcej niż 500W.

Analiza układu elektronicznego

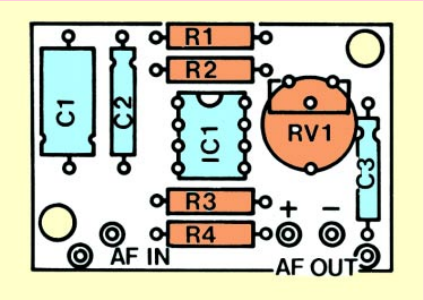
Oryginalny schemat ideowy przedwzmacniacza jest pokazany na **rysunku 1**. Elementem wzmacniającym jest popularny wzmacniacz operacyjny µA741, zastosowany w konfiguracji wzmacniacza odwracającego. Dla użytkownika nie ma żadnego znaczenia fakt, czy wzmacniacz pracuje jako wzmacniacz odwracający, czy też nie. Istotna jest wielkość wzmocnienia, którą w naszym układzie wyznacza stosunek R2 do R1.

Ponieważ R2 ma rezystancję 220kW, a R1 - 2,2kW, więc wzmocnienie układu wynosi 100. Impedancja wejściowa w zakresie częstotliwości akustycznych jest równa rezystancji R1, czyli 2,2kW.

Na wyjściu wzmacniacza umieszczono potencjometr RV1 pozwalający zmniejszyć wzmocnienie do potrzebnej



Rys. 1.



Rys. 2.

wartości mniejszej niż 100. Rezystancja wyjściowa zależy od położenia suwaka potencjometru RV1. Jest ona największa (500W) wtedy, gdy suwak ustawiony jest w położeniu środkowym. W innych położeniach jest mniejsza, na przykład przy ustawieniu potencjometru na maksimum wynosi ułamek oma.

Układ przewidziany jest do zasilania pojedynczym napięciem, choć wzmacniacze operacyjne zazwyczaj zasilane są napięciami symetrycznymi względem masy (typowo ±15V). Dla zapewnienia właściwych warunków pracy układu scalonego wprowadzono dzielnik napięcia R3, R4 składający się z dwóch jednakowych rezystorów (22kW). Kondensator C1 jest potrzebny, aby nieuniknione wahania napięcia zasilającego nie przedostawały się do wzmacniacza i nie były wzmacniane.

Na nóżce 3 układu scalonego, która jest wejściem nieodwracającym wzmacniacza operacyjnego występuje napięcie stałe równe połowie napięcia zasilającego. Zgodnie z zasadą pracy takie samo napięcie stałe występuje też na wejściu odwracającym (nóżka 2), a w naszym układzie także na wyjściu (nóżka 6).

Przez potencjometr RV1 płynie więc prąd stały o wartości zależnej od (połowy) napięcia zasilającego. W związku z występowaniem na wejściu i wyjściu napięć stałych niezbędne są kondensatory separujące C2 i C3.

Montaż i uruchomienie

Montaż układu na płytce, której wygląd pokazano na **rysunku 2** nie przysporzy trudności. Na początku należy wbić w otwory płytki pięć kołków lutowniczych i zalutować je. Wprawdzie oryginalna instrukcja o tym nie wspomina, ale pozostawienie tej czynności na koniec będzie związane ze sporymi kłopotami.

W tak przygotowaną płytkę należy kolejno wlutować elementy.

Rezystory:

R1 (2,2kW paski: czerwony czerwony czerwony złoty),

R2 (220kW czerwony czerwony żółty złoty),

R3 i R4 (22kW czerwony czerwony pomarańczowy złoty),

podstawkę pod układ scalony,

potencjometr RV1 (1kW),

kondensatory: C1 (10µF) oraz C2 i C3 (1µF).

Na koniec trzeba włożyć układ scalony, aby wycięcie w jego obudowie było umieszczone zgodne z rysunkiem na płytce.

Przy montażu kondensatorów, podstawki i układu scalonego należy zachować właściwą biegunowość i położenie zgodnie z opisem na płytce. Odwrotne wlutowanie (włożenie) tych podzespołów może spowodować nieodwracalne uszkodzenia.

Cały montaż układu trwa nie więcej niż dziesięć minut, układ nie wymaga uruchomiania, od razu jest gotowy do pracy.

Zasilanie należy podłączyć do kołków lutowniczych oznaczonych + -. Sygnał wejściowy podaje się między masę, a kołek oznaczony AF IN. Wyjściem jest AF OUT. Po uruchomieniu potencjometrem RV1 można ustawić potrzebne wzmocnienie.

Zaleca się, aby przewody sygnałowe były ekranowane.

Uwagi końcowe

Według instrukcji układ może być zasilany napięciem w zakresie 10...30V. Jednak w rzeczywistości można go zasilać napięciem niższym, na przykład 9V z dwóch baterii płaskich, a w ostateczności nawet z małej baterii 9V typu 6F22.

Pewną wadą przy zasilaniu bateryjnym jest znaczny pobór prądu związany z przepływem prądu stałego przez potencjometr RV1. Pobór prądu można radykalnie zmniejszyć do około 1,5...2,5mA przez usunięcie potencjometru RV1 i wlutowanie dodatniego bieguna kondensatora C3 wprost do wyjścia wzmacniacza (w wolny otwór po nóżce potencjometru). Wtedy zwykła dziewięciowoltowa bateryjka 6F22 powinna wystarczyć na kilkadziesiąt godzin pracy, a alkaliczna na ponad dwieście godzin.

Kolejnym ograniczeniem występującym przy małych napięciach zasilania jest wielkość sygnału wyjściowego. Przykładowo w modelu przy zasilaniu napięciem 6V maksymalne niezniekształcone sinusoidalne napięcie na wyjściu układu scalonego wynosi nie więcej niż 2,2V międzyszczytowo, co odpowiada wartości skutecznej 0,78V czyli 0dB. Egzemplarz modelowy pracuje nawet przy napięciu zasilającym równym 4V, ale wtedy maksymalna międzyszczytowa wartość przebiegu wyjściowego nie przekracza 0,45V. Gdy więc wzmacniany sygnał ma amplitudę kilkudziesięciu miliwoltów lub więcej, może się okazać, że sygnał wyjściowy "nie mieści się" w zakresie napięć wyjściowych i ulega zniekształceniu - obcięciu wierzchołków. Nic nie pomoże wtedy regulacja potencjometru RV1, sygnał pozostanie zniekształcony.

Jeśli więc okaże się, że sygnał wejściowy oraz wzmocnienie układu scalonego są w konkretnym zastosowaniu zbyt duże i przebieg wyjściowy jest zniekształcony, należy zmniejszyć wzmocnienie wymieniając jeden z rezystorów R1 lub R2: wzmocnienie maleje przy zwiększaniu rezystancji R1 lub zmniejszaniu R2.

W żadnym wypadku nie ma jednak sensu próba zwiększania wzmocnienia, bowiem przy większym wzmocnieniu obcięte zostanie pasmo od strony wysokich częstotliwości.

Jeśli przedwzmacniacz miałby współpracować z mikrofonem elektretowym według **rysunku 3**, należy najpierw zmierzyć napięcie stałe w punkcie A. Jeśli byłoby ono większe niż połowa napięcia zasilającego, należy w przedwzmacniaczu odwrotnie wlutować kondensator C1 (dodatni biegun do wejścia, ujemny do rezystora R1).

Piotr Górecki

WYKAZ ELEMENTÓW:

Rezystory

R1: 2,2kW

R2: 220kW

R3,R4: 22kW

Kondensatory

C1: 10µF

C2,C3: 1µF

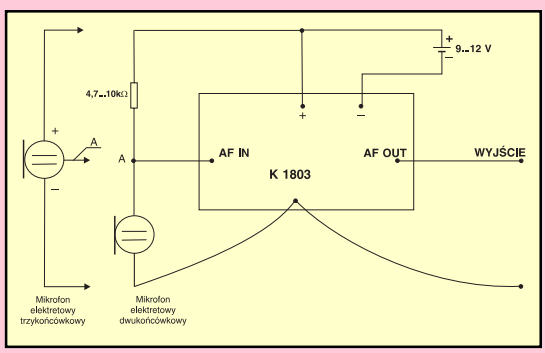
Półprzewodniki

RV1: 1kW lub 2,5kW

U1: µA741 lub odpowiednik

Różne

* podstawka pod układ scalony
* płytka drukowana wg rysunku 3
* kołki lutownicze



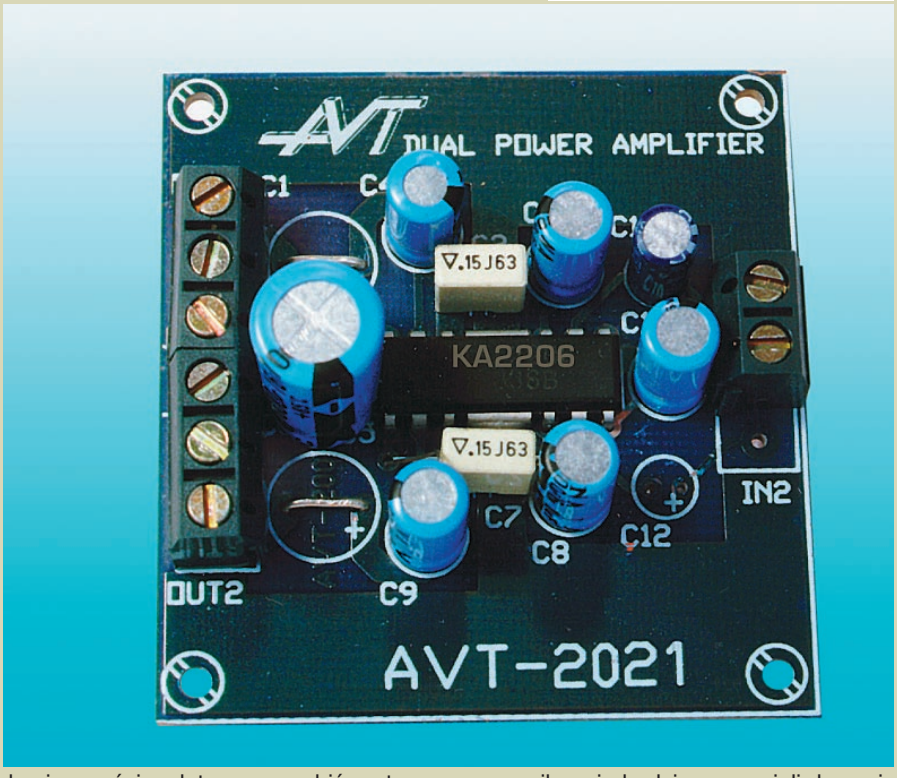
Rys. 3.

Uniwersalny wzmacniacz z układem KA2206

kit AVT-2021

Do czego to służy?

W "starszej siostrze" EdW - Elektronice Praktycznej opublikowano już wiele opisów wzmacniaczy m. cz.. Najczęściej były to konstrukcje o bardzo wysokich parametrach i o wielkiej mocy wyjściowej. O ile scalone wzmacniacze mocy są w tej chwili elementami dość tanimi, to nie można tego w żadnym wypadku powiedzieć o transformatorach potrzebnych do ich zasilania. Nie zawsze więc, pomimo pozornej taniości podstawowych elementów warto konstruować wzmacniacz o wielkiej mocy wyjściowej. I tak w większości zastosowań "domowych" ta moc nie będzie wykorzystywana. Kolejną, dyskusyjną sprawą jest dążenie za wszelką cenę do osiągania wysokich - HiFi parametrów wzmacniacza. Jeżeli będziemy korzystać ze źródeł sygnału wysokiej klasy, takich jak odtwarzacz CD czy tuner FM to zgoda, zastosowanie wzmacniacza średniej klasy byłoby barbarzyństwem. Ale jeżeli mamy zamiar zasilać dwie małe kolumienki podłączone do walkmana to nawet wzmacniacz o małej mocy i przeciętnych parametrach będzie całkowicie wystarczający. Taką właśnie konstrukcją, pomyślaną głównie jako wzmacniacz dodatkowy do walkmana jest proponowane urządzenie.

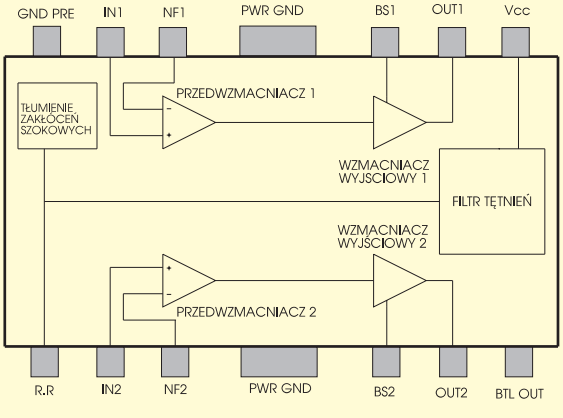


Jak to działa?

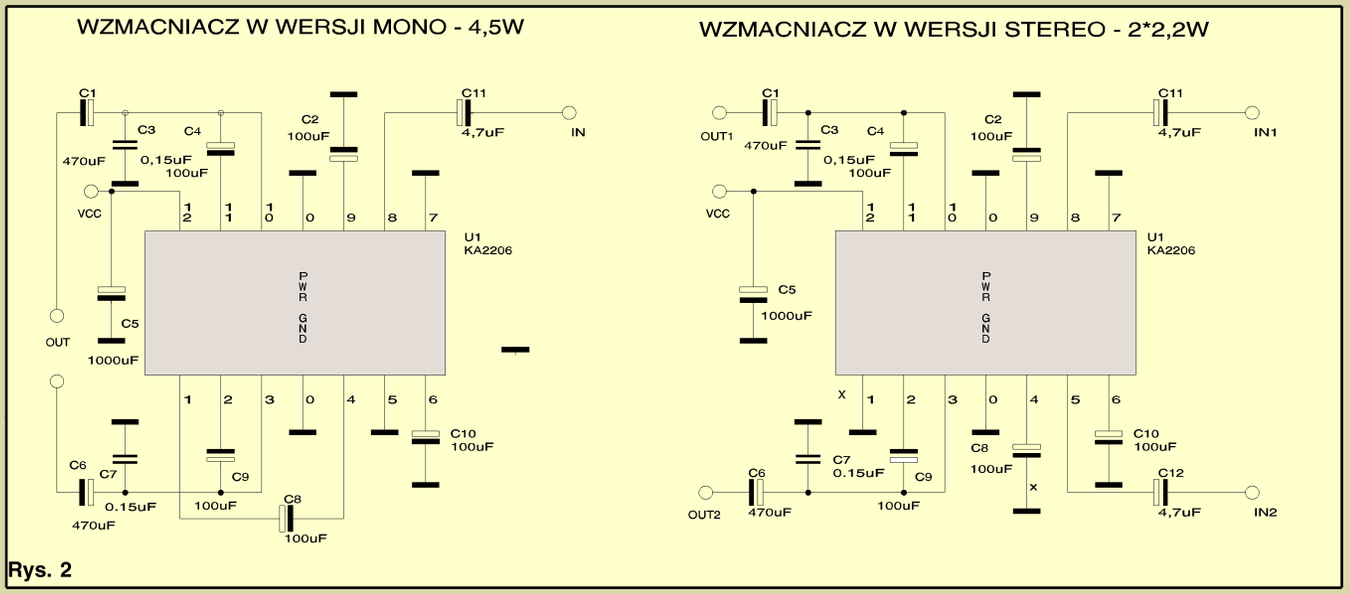
Wzmacniacz został zaprojektowany z wykorzystaniem popularnego i co bardzo ważne - taniego układu scalonego KA2206 produkcji koreańskiej firmy SAMSUNG. Jest to układ bardzo ciekawy: pomyślany w zasadzie jako wzmacniacz stereofoniczny, posiada jednak wbudowane funkcje typowe dla wzmacniaczy BTL (wzmacniaczy pracujących w układzie mostkowym). Tak więc w zależności od aktualnych wymagań możemy z KA2206 zbudować wzmacniacz stereo lub monofoniczny o dwukrotnie większej mocy. Projekt płytki drukowanej wzmacniacza został w pełni podporządkowany zasadzie uniwersalności konstrukcji: możemy na niej zmontować zarówno wzmacniacz mono jak i stereo, jak również - w razie konieczności - łatwo przerobić gotowy układ.

Dla tych Czytelników, którzy nie zetknęli się jeszcze z kostką KA2206 na **rys. 1** podajemy jej uproszczony schemat wewnętrzny . Wybrane parametry tego układu podano w tabelce 1. Po wyczerpujące informacje odsyłamy Czytelników do lektury biuletynu USKA RTV i AV 1/95, gdzie układ KA2206 został szczegółowo opisany. Interesujące jest, że kostka ta posiada wbudowane wysoce skuteczne układy tłumiące tętnienia i zakłócenia pochodzące z sieci energetycznej. Jak z tego wynika, nie będziemy musieli do zasilania naszego urządzenia stosować zasilaczy o szczególnie wysokich parametrach. Niewielki pobór prądu w stanie spoczynku umożliwi nam także zastosowanie zasilania bateryjnego. Prototyp układu pracował zupełnie zadawalająco zasilany z alkalicznej baterii 9V.

Schemat naszego wzmacniacza w dwóch wersjach - mono i stereo jest pokazany na **rys. 2.** Należy zwrócić uwagę, że na schematach obu wersji została zachowana identyczna numeracja podzespołów. Wynika to z konieczności zacho-



Rys. 1



Rys. 2

wania zgodności oznaczeń na schemacie i na płytce drukowanej, która została zaprojektowana jako wspólna dla obu wersji wzmacniacza. Tak więc na schemacie wersji mono brakuje po prostu niektórych numerów podzespołów (np. brak jest kondensatora C8).

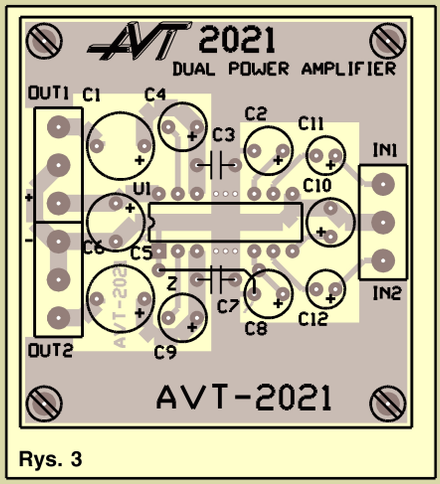
Sygnał wejściowy doprowadzany jest do wejść IN1 i IN2 układu (w wersji mono tylko do IN1) i ulega wstępnemu wzmocnieniu w wbudowanym w strukturę przedwzmacniaczu. W proponowanej aplikacji stopień wzmocnienia jest stały - maksymalny. W szczególnych przypadkach można go ograniczyć stosując dodatkowy rezystor sprzężenia zwrotnego włączony pomiędzy końcówki 11 i 9 (4, 2) i dołączając kondensator C2 (C8) do masy za pośrednictwem drugiego rezystora. W większości wypadków wystarczy jednak ograniczyć sygnał na wejściu wzmacniacza. Wstępnie wzmocniony sygnał przekazywany jest następnie do drugiej części układu - końcówek mocy i następnie za pośrednictwem kondensatorów wyjściowych C1 i C6 do obciążenia wzmacniacza.

W wersji monofonicznej wejście jednego z przedwzmacniaczy (pin 5) jest zwarte do masy. Natomiast na wejście odwracające tego przedwzmacniacza podawany jest sygnał pochodzący z niewykorzystywanego w wersji stereo specjalnego wyjścia BTL OUT (pin 1). Przedwzmacniacz ten i połączony z nim stopień wyjściowy wzmacniają teraz sygnał o fazie odwróconej o 180^{o} co umożliwia pracę wzmacniacza w układzie mostkowym i uzyskanie dwukrotnie większej mocy wyjściowej.

Kondensatory C3 i C7 zapobiegają ewentualnemu wzbudzaniu się wzmacniacza na zakresie wysokich częstotliwości a kondensator C5 tłumi tętnienia napięcia zasilania.

Montaż i uruchomienie

Układ montujemy na płytce drukowanej według schematu rozmieszczenia elementów przedstawionego na rys. 3. Elementy elektroniczne montujemy z zachowaniem reguł montażu, tj. rozpoczynając od najmniejszych a kończąc na tych o największych gabarytach. Odstąpimy tylko od jednej reguły i układ scalony zamontujemy bezpośrednio do płytki, nie stosując podstawki. Układ KA2206 posiada dwa “skrzydełka”, które będąc doprowadzenim zasilania stopnia wyjściowego są jednocześnie odprowadzeniem ciepła z tego stopnia. Jak widać na rysunku płytki, przylutować je należy do szczególnie dużych pól lutowniczych, zajmujących niemal połowę jej powierzchni. Takie rozwiązanie pozwoli na skuteczne odprowadzenie ciepła ze struk-



Rys. 3

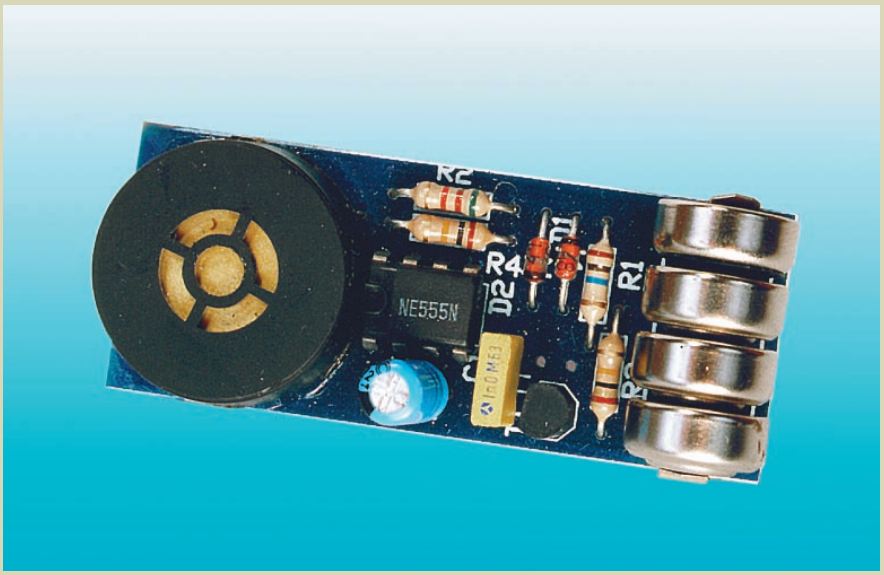
Tab 1. Parametry charakterystyczne układu KA2206

Parametr	min.	typ.	max
Robocze napięcie zasilania	5	9	12V
Spoczynkowy prąd zasilania	30	40	55mA
Moc wyjściowa stereo, 4	1,7	2,3	2,4W
Moc wyjściowa stereo, 8			1,3W
Moc wyjściowa mono, 8		4,7	
Współczynnik zawart. harm. stereo	0,3%		
Współczynnik zawart. harm. mono	0,5%		

Pipek dręczyciel

kit AVT-2009

Do czego to służy?



Poniższy tekst, a także opisane w nim urządzenie, przeznaczone są wyłącznie dla osób z dużym poczuciem humoru, czyli przypuszczalnie dla 100% Czytelników Elektroniki dla Wszystkich. Pipek jest chyba jedynym urządzeniem elektronicznym zaprojektowanym w jednym jedynym celu: do robienia znajomym dowcipów.

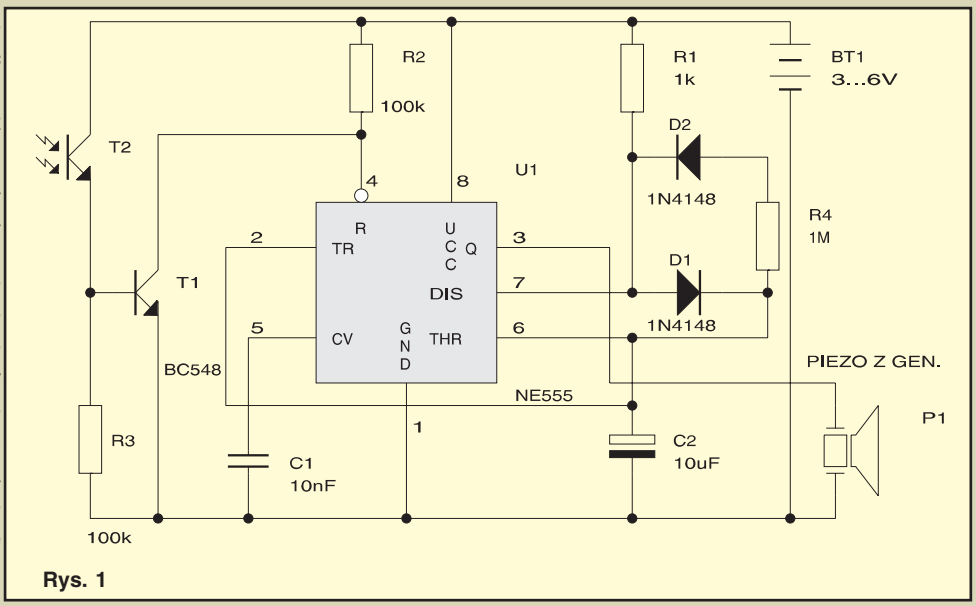
Po latach prób i eksperymentów okupionych ciężką pracą autora powstało wreszcie TO urządzenie elektroniczne, na które czekał świat. Już sama nazwa określa wzniosłe cele do jakich to urządzenie zostało zaprojektowane: Pipek bo pipa, dręczyciel bo dręczy, a jak i kogo dręczy dowiemy się w dalszej części artykułu.

Jedyną funkcją, jaką realizuje nasz pipek jest wydawanie w długich odstępach czasu krótkich, przenikliwych pisków. To w zasadzie wszystko, ale zapomnieliśmy powiedzieć, że piski generowane są tylko wtedy, kiedy układ pozostaje w całkowitej ciemności. Kiedy jest jasno - milczy jak grób.

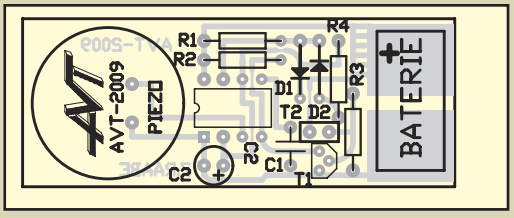
Jak to działa ?

Jak należy korzystać z tego epokowego wynalazku? Najpierw musimy upatrzeć sobie ofiarę. Musi to być także osoba z wielkim poczuciem humoru a pamiętajmy, że prawdziwe poczucie humoru, to umiejętność śmiania się nie tylko z dowcipów, które zrobiliśmy komuś ale też z psikusów, które zrobiono nam. Wskazane jest też, aby upatrzona osoba nie znała się kompletnie na elektronice.

Kiedy mamy już upatrzoną ofiarę udajemy się do niej z wizytą i korzystając z chwili nieuwagi gospodarza (lub gospodyni) uzbrajamy naszego pipka, to znaczy zakładamy bateryjki. Następnie, w dalszym ciągu korzystając z roztargnienia ofiary, umieszczamy pipka w jakimś trudno dostępnym ale dobrze oświetlonym miejscu, na przykład na żyrandolu lub na szafie. Po wylewnym pożegnaniu, udajemy się do domu i na wszelki wypadek wyłączamy telefon. Co teraz będzie się działo w mieszkaniu naszego najdroższego przyjaciela? Początkowo, przy zapalonym w mieszkaniu świetle, nic. Prędzej czy później nasza ofiara zechce się jednak położyć spać i zgasi światło. Przez pierwsze kilka minut nic się nie stanie i pierwszy pisk przeszywający nocną ciszę z pewnością zostanie zlekceważony. Jednak kolejne pipnięcia z pewnością zaniepokoją ofiarę. Dręczony wstanie z łóżka i rozpocznie poszukiwanie narzędzia tortur, oczywiście przy zapalonym świetle! Niczego nie znajdzie, a pomocą w naszej perfidnej działalności jest fakt, że człowiek z trudem lokalizuje w przestrzeni źródła dźwięku o wysokiej częstotliwości. Uspokojony wynikiem poszukiwań dręczony zgasi światło i położy się z powrotem spać. Nie na długo, już po paru minutach trzeba będzie z powrotem zapalić światło i rozpocząć poszukiwania. Zabawa taka, przy odrobinie szczęścia może trwać do rana, kiedy to blask jutrzenki przepędzi nocne koszmary. Z dobrymi bateriami nasz pipek może działać nawet kilka dni, co po-



Rys. 1



Rys. 2

zwala żywić nadzieję że następnej nocy koszmar może się powtórzyć. A nam, kiedy ofiara domyśli się, kto mu spłatał taki dowcip, pozostanie chodzenie po mieście kanałami!

Popatrzmy teraz chwilę na schemat elektryczny tego cudu techniki 20-go wieku. I co widzimy: oczywiście, aplikacja NE555! To chyba jest jednak prawda, że ta kostka potrafi wszystko. Tym razem układ ten pracuje w dość typowej dla siebie aplikacji generatora multistabilnego. Jednak równolegle połączone dioda D1 i dioda D2+rezystor R4 znacznie różnicują czas ładowania i rozładowywania kondensatora C2. W efekcie, na wyjściu układu otrzymujemy ciąg impulsów o bardzo zróżnicowanym wypełnieniu: powtarzające się co kilka minut krótkie, mniej więcej sekundowe impulsy dodatnie. Zasilają one dołączony do wyjścia NE555 miniaturowy generatorek piezo. Warunkiem generowania przez U1 impulsów jest utrzymywanie się stanu wysokiego na wejściu zerującym R. Wejście to może być zwierane do masy przez tranzystor T1, a jeżeli tranzystor ten nie przewodzi to jest na nim za pośrednictwem rezystora R2 wymuszany stan wysoki. Z kolei baza tranzystora T1 może być polaryzowana przez oświetlony fototranzystor T2. Jeżeli zatem urządzenie jest oświetlone to tranzystor T1 zwiera wejście R do masy i pipek pozostaje w spoczynku. Po zgaszeniu światła na wejściu R powstaje stan wysoki i pipek rozpoczyna swą perfidną działalność.

Montaż i uruchomienie

Z oczywistych przyczyn płytka pipka została maksymalnie zminiaturyzowana, tak że montaż elementów wymaga nieco dokładności. Z tych samych względów możemy zrobić wyjątek od słusznej reguły i zrezygnować tym razem z podstawki pod układ scalony. Elementy wlutowujemy zgodnie z ogólnie przyjętymi zasadami montażu, a problem możemy mieć jedynie z bateryjkami. Układ pracuje poprawnie w szerokim zakresie napięć, od 3 do nawet 15V. W rozwiązaniu modelowym zastosowano cztery bateryjki pastylkowe typu LR44, a właściwie jedną baterię 6V (4xLR44) rozebraną na części (wypada to przeszło dwukrotnie taniej od kupowania bateryjek oddzielnie). Pamiętajmy, że nasze urządzenie ma charakter wybitnie jednorazowy, ponieważ zadręczona ofiara z pewnością nam już pipka nie odda ale zniszczy go lub podłoży kolejnemu nieszczęśnikowi. Do zamocowania bateryjek użyto styków sprężystych z brązu fosforowego (ze starego przekaźnika). Szczegóły montażu są wyraźnie widoczne na fotografii.

Zmontowany ze sprawnych elementów układ działa natychmiast poprawnie i nie wymaga żadnej regulacji.

Zbigniew Raabe

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT, jako "kit szkolny" AVT-2009

WYKAZ ELMENTÓW

1. Rezystory.
R: 11kΩ
R2, R3: 100kΩ
R4: 1MΩ

2. Kondensatory.
C1: 10nF
C2: 10µF

3. Półprzewodniki.
D2, D1: 1N4148 lub odpowiednik
T1: BC548 lub odpowiednik
T2: fototranzystor dowolnego typu, np. BPYP22
U1: NE555

4. Pozostałe.
Głośniczek piezo z generatorem.

c. d. ze strony 44

tury układu i zabezpieczy go przed przegrzaniem. Na samym początku montażu musimy zdecydować jaką wersję wzmacniacza wykonamy. Jeżeli zdecydujemy się na wersję stereo to montujemy dokładnie według rysunku i opisu na płytce, nie wlutowując zwory. W wersji mono musi wykonać jedną zworkę (oznaczoną na stronie opisowej płytki literą "Z" i przeciąć dwie ścieżki w punktach oznaczonych na stronie lutowniczej literą "X". W wersji mononie montujemy też niektórych elementów. Dyskusyjną sprawą jest zastosowanie w wersji mono kondensatorów wyjściowych C1 i C6. W zasadzie wzmacniacz pracujący w układzie mostkowym nie potrzebuje takich kondensatorów i prototyp działał poprawnie bez ich zastosowania.Niemniej w aplikacji fabrycznej (patrz: biuletyn USKA) zastosowano kondensatory wyjściowe także w tej wersji wzmacniacza. Jeżeli zdecydujemy się więc na montaż układu według danych producenta, to nie musimy nic na płytce zmieniać. Jeżeli jednak pominiemy te kondensatory, to zamiast nich musimy wlutować zworki.

Ten prosty układ nie wymaga żadnych czynności uruchomieniowych i zmontowany ze sprawnych elementów działa natychmiast poprawnie.

WYKAZ ELEMENTÓW

Kondensatory.
C1, C6 470µF/16V
C2, C4, C8, C9, C10 100µF/16V
C3, C7 150nF
C5 1000µF/16V
C11, C12 4,7µF/16V

Półprzewodniki
U1 KA2206

Pozostałe.
Złącza AR3 - 3szt.

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT, jako "kit szkolny" AVT-2005

Syrena elektroniczna

kit AVT-2010

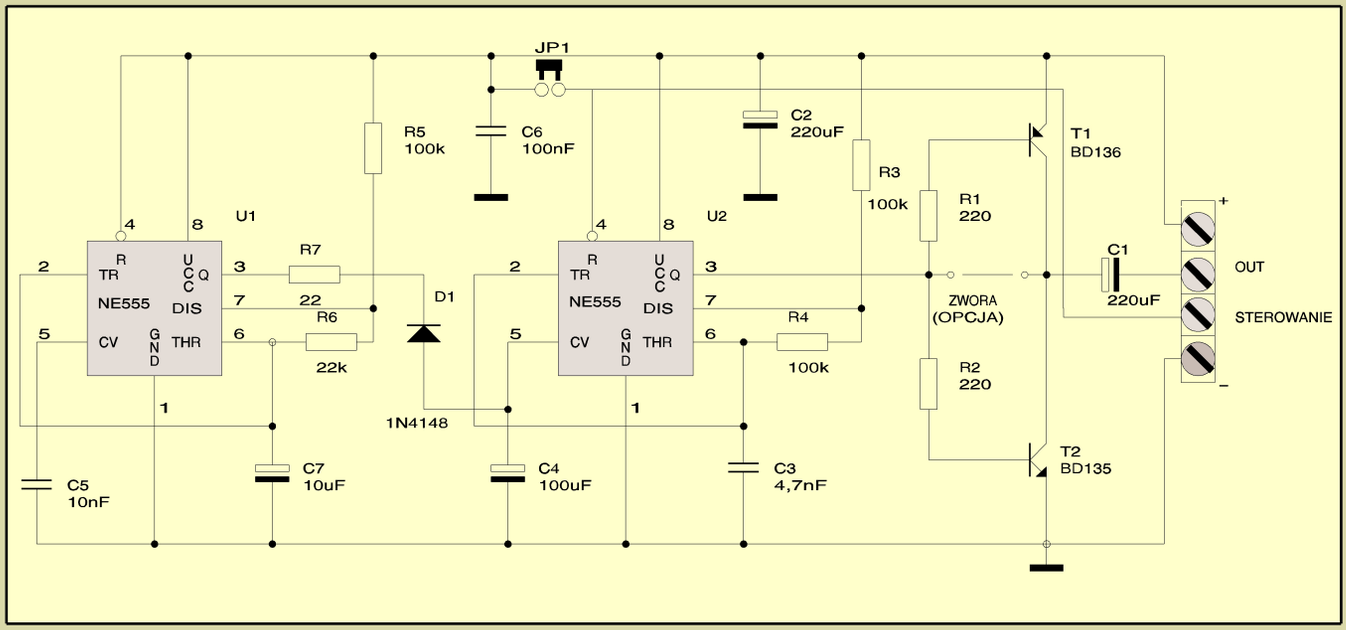
Do czego to służy?

Syreny elektroniczne są układami wywołującymi niezmienne zainteresowanie elektroników amatorów. Wzrastające nieustannie zapotrzebowanie na elektroniczne systemy alarmowe i bardzo wysokie ceny urządzeń fabrycznych prowokują amatorów do konstruowania własnych układów zabezpieczających ich mienie przed złodziejami. Konstrukcje alarmowe wykonane przez hobbystów mają zresztą jedną niezaprzeczalną przewagę nad urządzeniami profesjonalnymi: są nietypowe i niepowtarzalne. To oczywiste, że pierwszymi nabywcami nowych konstrukcji systemów alarmowych są właśnie złodzieje, starający się poznać ich zasadę działania i opracować metody unieszkodliwiania. Tymczasem jednostkowo wykonana konstrukcja jest zawsze zagadką dla intruza i jej rozszyfrowanie może być nieraz trudniejsze od "złamania" urządzenia niejednej renomowanej firmy.

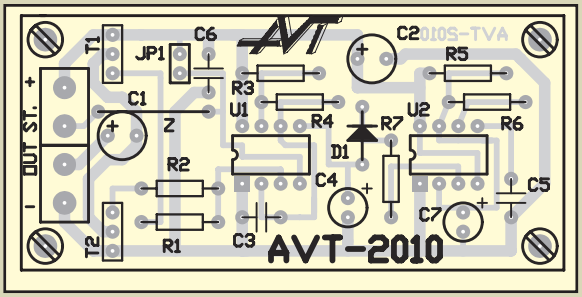
Proponowane urządzenie jest - jak wszystkie układy z serii 2000 - proste, łatwe w montażu i uruchomieniu i co ważne: tanie. Niemniej układ ten, wyposażony w odpowiednie głośniki, całkowicie dorównuje skutecznością kosztownym urządzeniom fabrycznym.

Jak to działa?

Schemat elektryczny syreny przedstawiono na rys. 1. Głównym elementem naszej syreny jest układ U2 pracujący jako VCO (Voltage Controlled Oscilator - oscylator sterowany napięciem). Wykorzystujemy tu ciekawą dla konstruktora cechę, że zmieniając napięcie na wejściu CV (pin 5) NE555 możemy w dość szerokim zakresie zmieniać częstotliwość oscylacji zbudowanego na tym układzie generatora. U1 pracuje w typowej dla NE555 aplikacji - jako multiwibrator. Wartości rezystorów R5 i R6 zostały tak dobrane, że układ generuje co ok. 1 sek. krótkie impulsy ujemne. Impulsy te, poprzez diodę D1 i rezystor R7 rozładowują kondensator C4, napięcie na wejściu sterującym VCO gwałtownie maleje i w efekcie wysokość tonu wytwarzanego przez ten generator gwałtownie maleje. Po zakończeniu krótkiego impulsu ujemnego z wyjścia Q U1 kondensator C4 zaczyna ła-



Rys. 1



Rys. 2

dować się poprzez rezystor zawarty w strukturze NE555 i wysokość tonu wolno narasta. Po nadejściu kolejnego impulsu ujemnego z wyjścia U1 cały cykl zaczyna się od początku. W efekcie otrzymujemy sygnał przypominający dźwięk syreny policyjnej.

Przejdźmy teraz do części wykonawczej syreny. W najprostszym przypadku, kiedy nie zależy nam na szczególnie wielkiej mocy, podłączamy głośnik wykonawczy za pośrednictwem kondensatora C1 bezpośrednio do wyjścia U2. Jeżeli wybierzemy takie rozwiązanie, to nie musimy montować rezystorów R1 i R2 ani też tranzystorów T1 i T2. W miejscu oznaczonym na płytce należy wtedy także wlutować zworę.

Drugim rozwiązaniem jest wykorzystanie pełnych możliwości naszego układu i zastosowanie dodatkowego wzmacniacza na tranzystorach T1 i T2. W takim wypadku nie montujemy zwory a moc syreny znacznie wzrasta.

Omówienia wymaga jeszcze sposób sterowania syreną. Najprostszą metodą jest po prostu włączanie i odłączanie zasilania. Jeżeli wybierzemy ten sposób to musimy zewrzeć jumperem dwa piny oznaczone na schemacie JP1. Drugim sposobem jest sterowanie wejściem zerującym multiwibratora U2. Metoda te nie wymaga przełączania dużych prądów i jest zalecana do sterowania syreną w wersji ze wzmacniaczem tranzystorowym. Jeżeli ją zastosujemy, to JP1 pozostawiamy otwarty, a przewód sterujący dołączamy do złącza "Sterowanie". Zwarcie tego przewodu do plusa zasilania powoduje zadziałanie syreny, a połączenie z minusem - natychmiastowe zaprzestanie pracy.

Montaż i uruchomienie.

Układ montujemy zgodnie z rozmieszczeniem elementów przedstawionym na rys. 2 i opisem na wierzchniej stronie płytki. Montaż układu jest typowy i nie jest potrzebny żaden dodatkowy opis tej czynności. Układy scalone umieszczamy w podstawkach dopiero po zamocowaniu pozostałych elementów i wizualnym sprawdzeniu poprawności montażu. Jeżeli zdecydowaliśmy się na wersję urządzenia ze wzmacniaczem wyjściowym i przewidujemy długotrwałą pracę układu z dużym obciążeniem to możemy wyposażyć tranzystory w radiator. Wygodny dla konstruktora jest fakt, że w tym układzie kolektory tranzystorów są ze sobą połączone i możemy zastosować dla nich jeden wspólny radiator.

Układ zmontowany ze sprawnych elementów działa natychmiast poprawnie i nie wymaga uruchamiania. Możemy jedynie poeksperymentować z doborem wartości elementów R7, R6, C7 i C4 celem uzyskania efektów dźwiękowych odpowiadających naszym potrzebom.

Prototyp układu syreny elektronicznej został wykonany w wersji najprostszej, bez wzmacniacza wyjściowego. Dlatego też model widoczny na fotografii różni się nieco od wersji opisanej w artykule.

Zbigniew Raabe

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT, jako "kit szkolny" AVT-2010

WYKAZ ELEMENTÓW

1. Kondensatory

C1, C2: 220µF
C3: 4,7nF
C4: 100µF
C5: 10nF
C6: 100nF
C7: 10µF

2. Rezystory

R1, R2: 220Ω
R3, R4, R5: 100kΩ
R6: 22kΩ
R7: 22Ω

3. Półprzewodniki

D1: 1N4148 lub odpowiednik
T1: BD136 lub odpowiednik
T2: BD135 lub odpowiednik
U1, U2: NE555

4. Pozostałe

Jp1: dwa piny + jumper

GIELDA GIELDA GIELDA GIELDA

Sprzedam

Kity!!! Robot-voice: 12 zł, distortion + 9zł, sterownik węża na Epromie 18 zł. Informacje: koperta zwrotna ze znaczkiem. Waldemar Błochowicz, 85-333 Bydgoszcz, ul. Cz. Krzyża 91/1, tel. 73-22-67.

Komputer Commodore C64, stację dysków, ok. 100 dysków, magnetofon, 8 kaset, 2 joystiki, myszkę, 3 cartridge, pokrywa na komputer, rok produkcji 1990, cena 400 zł. Romuald Wlizło, 48-300 Nysa, ul. Sienkiewicza 19/3.

Miernik SUNWA YX-1000A. Pomiar DCA/DCV/ACV/R. Cena 19 zł. EP9/95, 10/95, 12/95. Przemysław Orcholski, 64-100 Leszno, ul. Bułgarska 2/4.

Moduł PIP z własnym torem wizji do OTVC ze zdalnym sterowaniem na PCA84C640 150 zł/95 r. (np. Westa 402, Elemis).
Płytę główna 486 LB-180 zł, 4MB RAM PS/2-370 zł, kartę graficzną S3VLB-150 zł, dysk twardy MAXTOR 240MB-300 zł. Możliwość negocjacji cen. Cały sprzęt jest z 95 r. Adam Lach, 43-100 Tychy, ul. Piłsudskiego 62/119, tel. 117-03-36.

Przystawka do woltomierza umożliwiająca pomiar napięcia zmiennego do 200V, prądu stałego i zmiennego do 20A małych oporności, cena 35zł. Info. k+z. Sebastian Owsiak, 33-125 Brzostek, Nawsie Brzosteckie 205 (z dopiskiem EdW 1).

Różnego rodzaju przystawki rozszerzające zakresy pomiarowe standardowych mierników m.in. temp. Beta tranzystorów, pojemność, inne zmontowane w obudowie. Sebastian Owsiak, 33-125 Brzostek, Nawsie Brzosteckie 205 (z dopiskiem EdW 2).

Sony CDP315, gwarancja 11/96, cena 600 zł do uzgodnienia lub zamienię na CDP 915 z dopłatą. Rok prod. 95 lub na CDPx202. Mariusz Fester, 91-929 Gdynia 17, Babie Doły JW 4059, tel. 268289.

Sprzedam Commodore C-64II. Cena 80 zł (800.000 zł), plus wyposażenie dodatkowe, kasety z programami. Franciszek Maziarz, 40-319 Katowice 15, ul. Pogodna 8/14.

Sprzedam dużą ilość części z demontażu, różnego typu modułów, cena ok. 300 zł, dokładne informacje: kop. + zn. (dla początkujących). Robert Białaszczyk, 44-240 Żory, oś. Pawlikowskiego 8F/6, woj. katow.

Sprzedam radiomagnetofon Sony FS1Q35L, jednoroczny z 4-zakresową skalą radiową. Jednokasetowy z możliwością regulacji basów. Cena 300 zł. Paweł Stępień, 27-500 Opatów, Okolna Wieś, tel. 68-33-50.

Stremer I Omega Tape 250MB + 10 kaset, cena 600 zł, rok prod. 1995, opis w PC World Komputer, nr 11/95 gwarancja!. Andrzej Skup, 08-110 Siedlce, ul. Mieszka I 18 m 16, tel. 211-46.

Włącznik sensorowy z jednym czujnikiem.

kit AVT-2011

Do czego to służy?

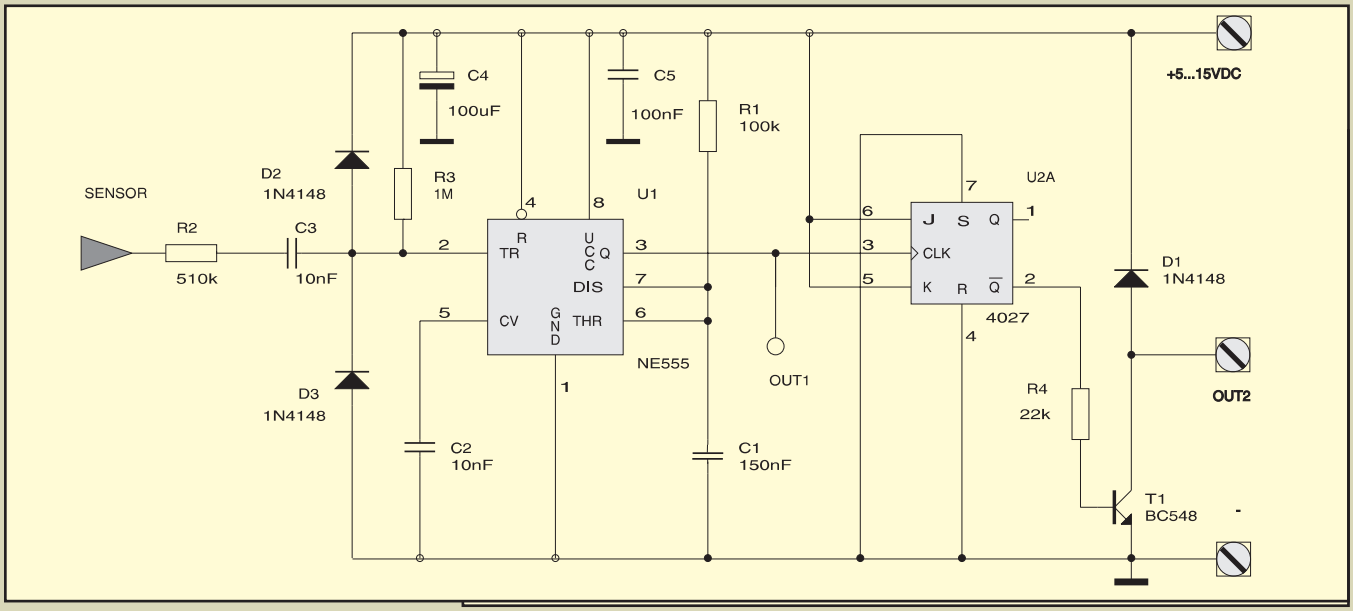
Moduł współpracujący ze sterowanym przez niego urządzeniem. Umożliwia włączenie/wyłączenie tego urządzenia przez dotknięcie palcem do czujnika.

Jak to działa?

Włączniki sensorowe (dotykowe) były niegdyś bardzo modne i powszechnie stosowane. Ostatnio zostały częściowo wyparte przez mikroprzełączniki wymagające minimalnej siły nacisku a będące pewniejszymi w działaniu. Niemniej można sądzić że "klasyczny" włącznik sensorowy uruchamiany delikatnym dotknięciem palca lub nawet zbliżeniem ręki może znaleźć zastosowanie w wielu sytuacjach.

Schemat naszego włącznika przedstawiony jest na **rys. 1**. Jak widać, układ jest prosty i zbudowany na zaledwie dwóch układach scalonych. Uniwersalny układ NE555 zastosowano tym razem w roli czujnika dotykowo - zbliżeniowego. Wykorzystano tu ogromną czułość wejścia wyzwalającego TR tego układu. Jeżeli wejście to "wisi w powietrzu" lub jest połączone z plusem zasilania poprzez opornik o rezystancji rzędu megaomów to wystarczy dotknąć go palcem aby NE555 rozpoczął generowanie impulsu. Jeżeli rezystancja R3 będzie większa od 5...10MΩ lub w ogóle z niej zrezygnujemy, to wystarczy nawet zbliżenie ręki do czujnika. Pominąwszy wykorzystane w niecodzienny sposób wejście TR układ NE555 pracuje w typowej dla niego aplikacji przerzutnika monostabilnego. Po wyzwoleniu układu generuje on impuls o czasie trwania określonym pojemnością C1 i rezystancją R1. Z wartościami elementów podanymi na schemacie czas trwania impulsu będzie wynosił ok. 0,5 sek.

Wiemy już, że po dotknięciu palcem czujnika dołączonego do wejścia TR układ U1 wygeneruje krótki impuls dodatni. No dobrze, ale co dalej mamy z tym zrobić? Układ włączający jakieś

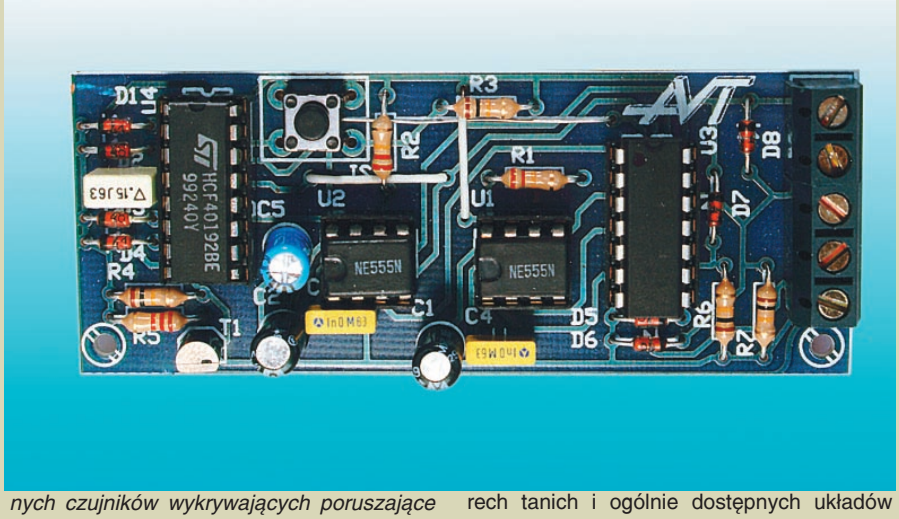


Rys. 1

Detektor - licznik przesuwających się obiektów

kit AVT-2039

Do czego to służy



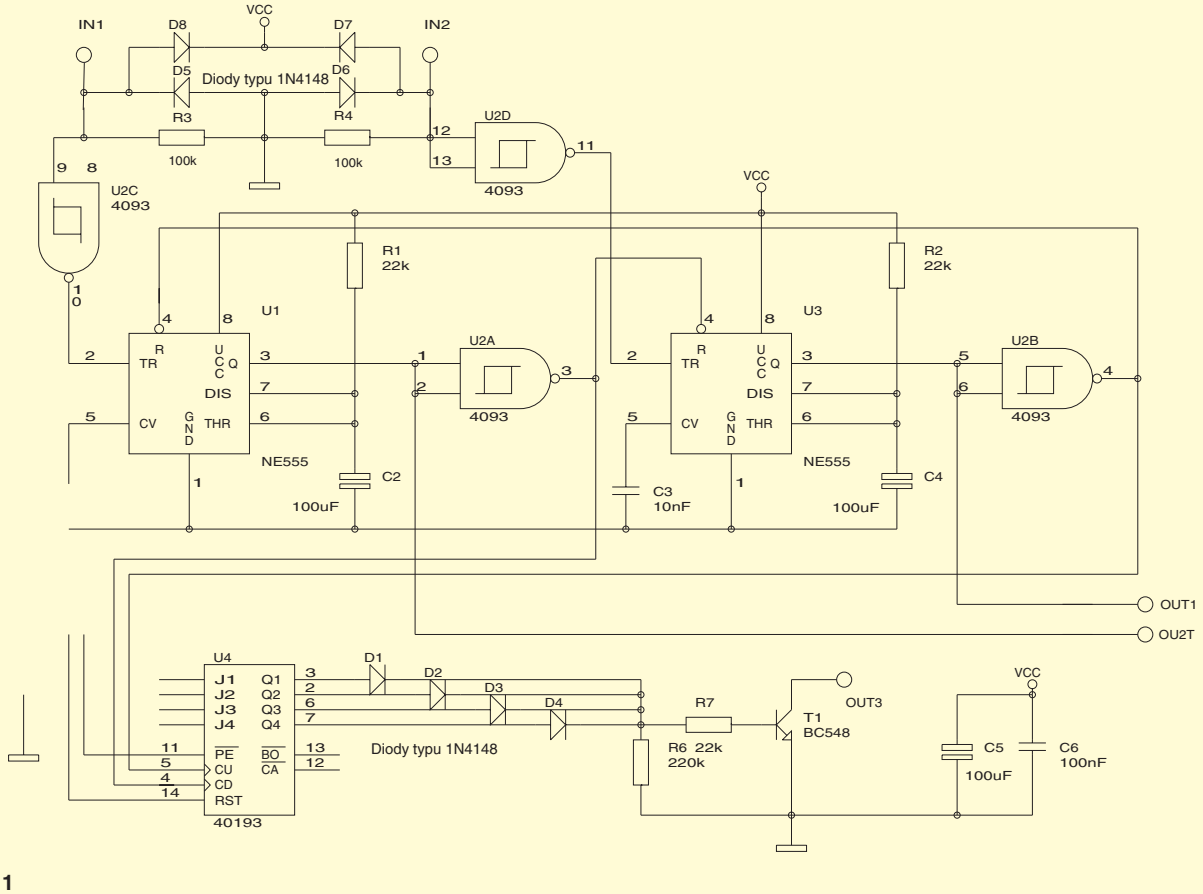
Proponowane urządzenie jest kolejnym przykładem, że popularny i wielokrotnie już stosowany w projektach serii 2000 układ scalony NE555 potrafi prawie wszystko. Tym razem ten "koń pociągowy" elektroniki posłuży do skonstruowania prostego ale niezwykle ciekawego urządzenia. Zastosowań proponowanego układu może być wiele, ale najbardziej typowym będzie nadzorowanie pomieszczenia, do którego wchodzą i wychodzą niewielkie liczby osób. Urządzenie będzie w stanie stwierdzić czy do nadzorowanego obszaru weszła jakaś osoba czy też go opuściła. Układ może także policzyć osoby znajdujące się w pomieszczeniu i jeżeli stan licznika wyniesie zero, np. wyłączyć światło w nadzorowanym miejscu. Jedynym ograniczeniem (w wersji podstawowej układu) jest maksymalna liczba osób przebywających w pomieszczeniu, wynikająca z pojemności zastosowanego licznika.

Układ nie posiada wmontowanych żadnych czujników wykrywających poruszające się osoby lub obiekty, ale może współpracować z licznymi czujnikami znajdującymi się w ofercie AVT jako gotowe urządzenia lub pod postacią kitów.

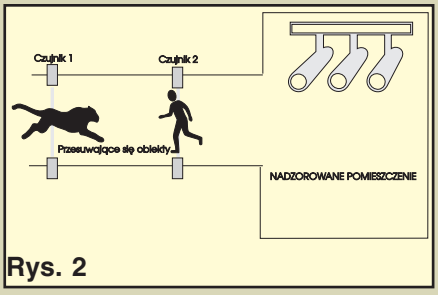
Jak to działa?

Schemat ideowy układu przedstawiono na rys. 1. Urządzenie składa się z zaledwie czterech tanich i ogólnie dostępnych układów scalonych, w tym z dwóch wspomnianych już NE555. Zajmijmy się teraz analizą działania urządzenia. Układ posiada dwa wejścia

oznaczone IN1 i IN2, połączone bezpośrednio z wejściami bramek U2C i U2D. Bramki te, zawarte w strukturze układu CMOS 4093, są bramkami z przerzutnikiem Schmitta i ich zastosowanie zamiast typowych bramek NAND zostało podyktowane daleko idącą

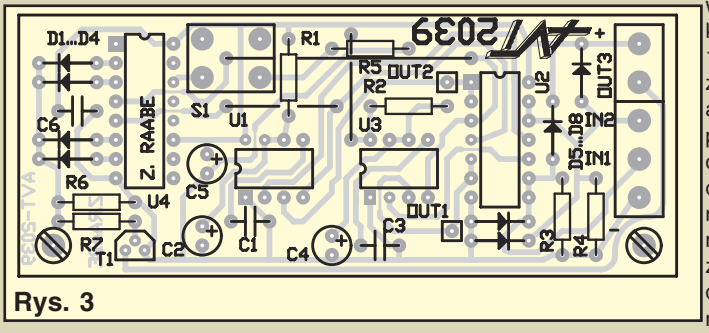


Rys. 1



Rys. 2

przezornością. Rozwiązanie takie zabezpiecza nas bowiem przed trudnymi do przewidzenia skutkami pojawienia się na wejściu układu stanów nieustalonych, które mogłyby zakłócić pracę układu. Stanem nieaktywnym wejść urządzenia jest stan niski, co ułatwia współpracę układu z większością czujników i torów podczerwieni, które zwykle pracują w trybie NC (Normally Connected - zwykle



Rys. 3

zwarte). Zakładamy, że do wejść układu podłączone są dwa czujniki, np. dwa tory podczerwieni umieszczone w korytarzu prowadzącym do pomieszczenia, w którym światło może się palić tylko wtedy, kiedy ktoś w nim przebywa (rys. 2). Uprzednio nacisnęliśmy przycisk RESET, na wszystkich wyjściach U4 panuje stan niski i tranzystor T1 nie przewodzi. Przechodząca korytarzem osoba, udająca się w stronę strzeżonego pomieszczenia uruchamia czujnik 1, z którym połączone jest wejście IN1 naszego układu. Na wyjściu bramki U2C pojawia się stan niski, który doprowadzony do wejścia wyzwalającego przerzutnika monostabilnego U1 rozpoczyna generowanie przez ten układ impulsu o czasie trwania określonym pojemnością C2 i rezystancją R1. Wyjście bramki U2C połączone jest z wejściem zerującym drugiego przerzutnika monostabilnego U3 i w momencie generowania przez U1 impulsu wymusza na nim stan niski. Poruszająca się korytarzem osoba dociera teraz do czujnika 2. Na wejściu IN2 urządzenia powstaje stan wysoki, który po zanegowaniu przez bramkę U2D wyzwala... nie, nic podobnego, układ U3 nie może wygenerować impulsu ponieważ na jego wejściu ciągle jeszcze trwa stan niski. Jeżeli którykolwiek z dwóch przerzutników monostabilnych zostanie wyzwolony to wyzwolenie drugiego będzie możliwe dopiero po zakończeniu generowania impulsu przez pierwszy! Tak więc przesuwanie się obiektu w prawo będzie zawsze powodowało reakcję przerzutnika U1, a przesuwanie się w lewo - U3. Już w tej chwili nasz układ mógłby spełniać użyteczną funkcję: gdybyśmy bowiem do jego wyjść dodatkowych (OUT1 i OUT2) dołączyli wskaźnik kierunku AVT2038 to obserwując ten wskaźnik moglibyśmy uzyskać informację czy do strzeżonego pomieszczenia ktoś wchodzi czy wychodzi.

Nie o to, a w każdym razie nie tylko o to nam chodziło. Wracając do analizy schematu zauważmy, że wyjścia bramek U2A i U2B połączone są także z wejściami licznika rewersyjnego U4. Układ ten posiada dwa wejścia zegarowe: CU (Count Up - Licz w górę) i CD (Count Down - Licz w dół). Impulsy świadczące o wejściu kogoś do pomieszczenia doprowadzane są do wejścia CU a sygnały o opuszczeniu przez kogoś pomieszczenia do CD. W ten właśnie sposób nasze urządzenie potrafi policzyć przebywające na danym obszarze osoby.

Na początku analizy pracy układu powiedzieliśmy, że licznik U4 został wyzerowany. Zaraz po pierwszym impulsie doprowadzonym do wejścia CU na wyjściu Q1 tego licznika pojawił się stan 1 i tranzystor T1 zaczął przewodzić, a połączony z nim przekaźnik włączył dopływ prądu do oświetlenia w pomieszczeniu. Ponieważ do każdego z wyjść licznika U4 dołączona jest jedna z diod zasilających bazę T1, tranzystor ten będzie przewodził zawsze jeżeli tylko na wyjściach licznika jest stan różny od zera.

Urządzenie nasze, tak jak każde inne urządzenie, posiada oczywiście pewne ograniczenia. Jednym z nich jest maksymalna pojemność licznika i co za tym idzie maksymalna ilość obiektów jakie układ może policzyć - 15. Inteligencja układu jest żadna i łatwo go oszukać. Jeżeli na przykład przechodząca korytarzem osoba cofnie się po minięciu pierwszego czujnika to zostanie policzona, mimo że faktycznie nie wejdzie do pomieszczenia. Także mijanie się dwóch osób przed czujnikami może spowodować totalne ogłupienie układu. Nie wymagajmy jednak zbyt wiele od urządzenia zbudowanego z czterech taniutkich kostek!

Montaż i uruchomienie

Układ montujemy na płytce z laminatu jednostronnego kierując się rysunkiem 3 i informacjami na stronie opisowej płytki. Zasady montażu tak prostych urządzeń są ogólnie znane, pamiętajmy tylko o wlutowaniu zworek i umieśćmy układy scalone w podstawkach. W prototypie przycisk RESET umieszczony był na płytce drukowanej, ale w układzie funkcjonalnym można przenieść go w inne miejsce.

Zmontowany ze sprawdzonych elementów układ nie wymaga uruchamiania i działa od razu, co nie znaczy że działa dobrze. Z wartościami elementów R1, R2, C2 i C4 czas trwania impulsów generowanych przez przerzutniki monostabilne wynosi ok. 1,5 sek. W wielu przypadkach czas ten może okazać się zbyt krótki lub zbyt długi. Uzależnione to będzie od szybkości i wymiarów poruszających się obiektów. Najprostszą metodą regulacji czasu trwania impulsów będzie wstawienie potencjometrów montażowych. na miejsce rezystorów.

Możliwe modyfikacje

prawnienia.

Jak już wspomniano, w wielu zastosowaniach ograniczeniem może być mała pojemność licznika umożliwiająca zliczenie maksymalnie 15-u obiektów. Nic jednak nie stoi na przeszkodzie, aby układ rozbudować przez dodanie dowolnej liczby liczników. Można też zastosować liczniki oraz dekodery z wyświetlaczami LED tworząc rozbudowane urządzenie, które mogłoby znaleźć zastosowanie np. jako licznik taśmy magnetofonowej. Projekt modułu zawierającego cztery liczniki rewersyjne i cztery dekodery z wyświetlaczami został przez AVT opracowany. Moduły takie można będzie łączyć szeregowo, tworząc liczniki o dowolnej pojemności. Jeżeli pomysł ten spotka się z zainteresowaniem Czytelników to zostanie w najbliższym czasie opublikowany.

Jak już wspomniano, istnieje możliwość zbudowania efektownego i funkcjonalnego urządzenia nadzorującego przez połączenie układów AVT2038 i AVT2039. Obydwa urządzenia zmontowane są na płytkach drukowanych o identycznych wymiarach i mających identycznie rozmieszczone otwory pod śruby mocujące. Połączyć należy dwa wyjścia układu AVT2039 oznaczone na płytce OUT1 i OU2 a wejściami AVT2038.

Zbigniew Raabe

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT, jako "kit szkolny" AVT-2039

WYKAZ ELEMENTÓW

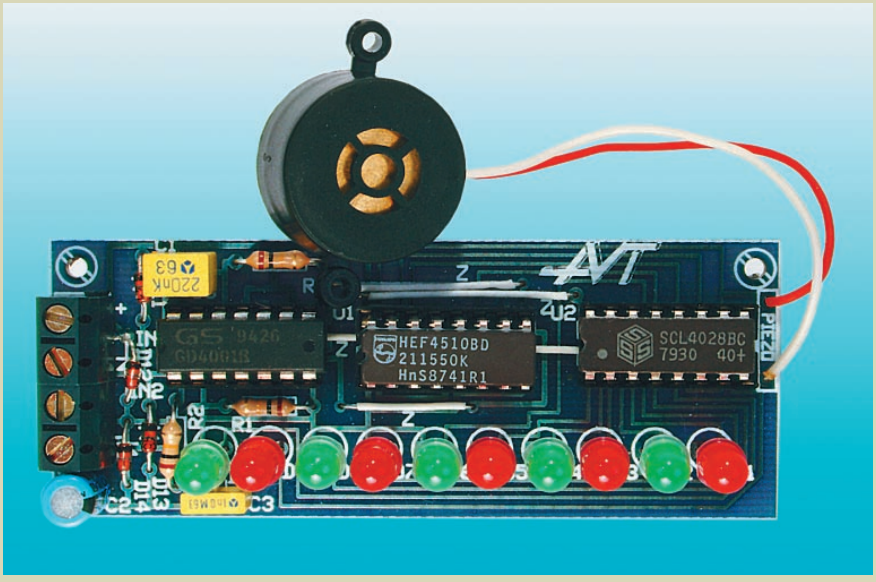
Kondensatory.
C3, C1 10nF
C2, C4, C5 100µF
C6 100nF
Rezystory.
R1, R2, R7 22k<234>
R3, R4, R5 100k<234>
R6 220k<234>
Półprzewodniki.
D1...D8 1N4148 lub odpowiednik
T1 BC548 lub odpowiednik
U1, U3 NE555
U2 CMOS 4093
U4 CMOS 40193
Pozostałe.
Złącze ARK3 1szt.
Złącze ARK2 1szt.
Przycisk do wlutowania w płytkę

Wskaźnik kierunku...

kit AVT-2038

Do czego to służy?

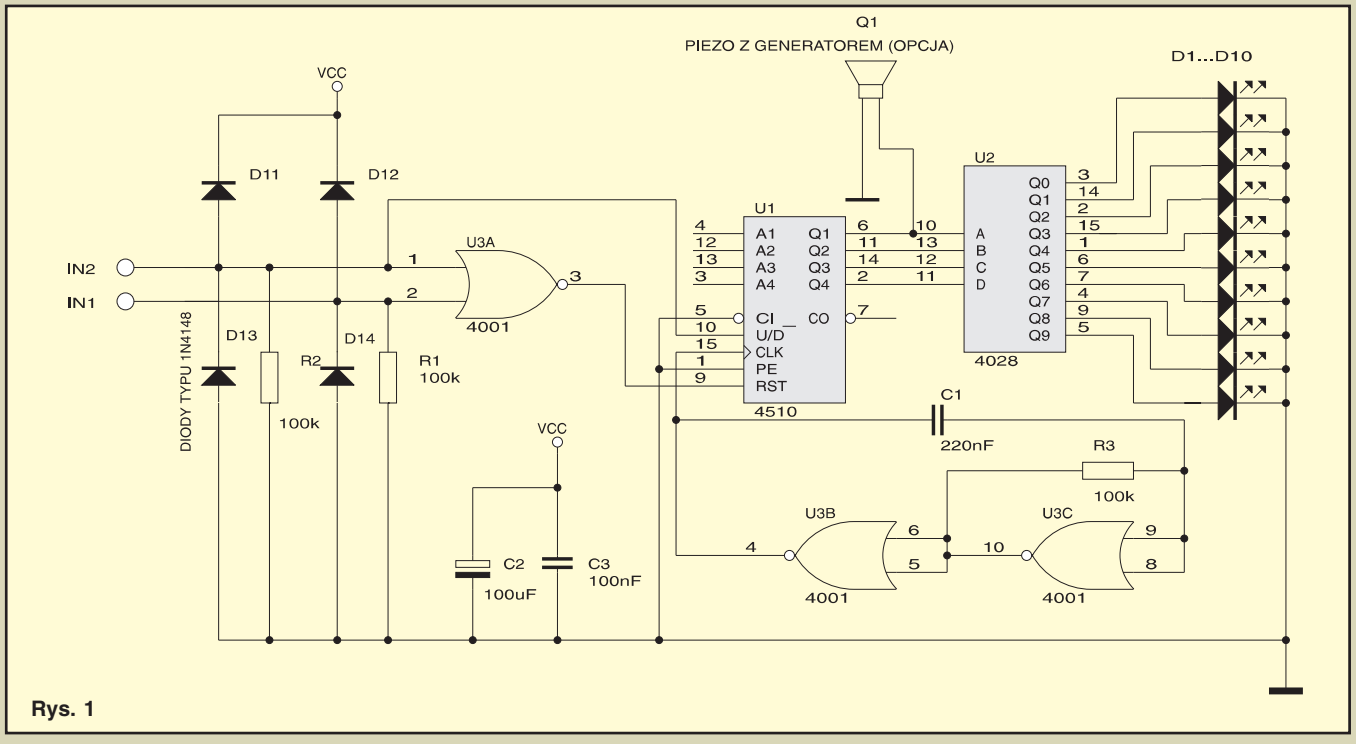
Proponujemy Czytelnikom wykonanie prostego i jednocześnie niezwykle efektownego sygnalizatora. Nazwa w tytule artykułu jest pewnym uproszczeniem, urządzenie nie służy jedynie wskazywaniu kierunku ale jest uniwersalnym sygnalizatorem, mogącym znaleźć liczne zastosowania. Ogólna zasada jego działania jest następująca: układ posiada dwa wejścia sygnałowe i wyświetlacz składający się z dziesięciu diod LED. W zależności od tego na jakie wejście zostanie podany stan wysoki, pojedyncza zapalona dioda przesuwa się w jednym lub drugim kierunku. W połączeniu z czujnikami zewnętrznymi urządzenie może więc sygnalizować najróżniejsze zjawiska. Może to być na przykład aktualny kierunek obrotów silnika lub elementu jakiejś maszyny. Równie dobrze nasz wskaźnik może pokazywać czy akumulator jest ładowany czy też rozładowywany. Może także informować, czy na dany obszar weszła jakaś osoba czy też go opuściła. Kolejnym zastosowaniem może być szczególnie spektakularny wskaźnik działających kierunkowskazów w samochodzie.



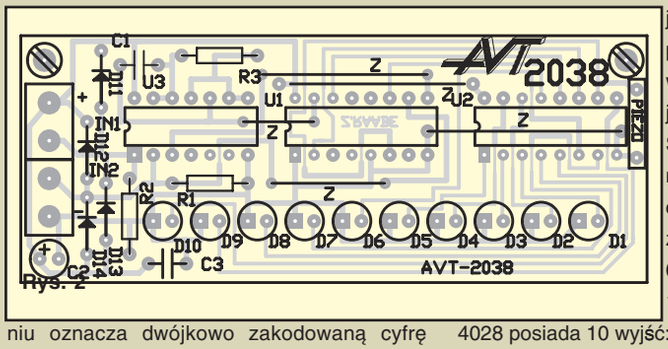
Jak to działa?

Schemat układu został przedstawiony na **rys. 1**. Od razu widać, że urządzenie jest niezwykle proste i zrozumienie zasady jego działania nie sprawi z pewnością nikomu kłopotu. Sercem układu jest scalony rewersyjny licznik czterobitowy BCD typu 4510. Wytłumaczmy sobie od razu użyte pojęcia.

Licznik rewersyjny jest rodzajem licznika, który może zliczać podawane na wejście impulsy na dwa sposoby: dodając je do swej aktualnej zawartości (liczenie w górę) lub odejmując (liczenie w dół). Pojęcie "czterobitowy" oznacza że informacja o zawartości licznika przekazywana jest na jego wyjścia w postaci dwójkowej w słowach o długości czterech bitów. Najmniejszą liczbą jaką może reprezentować słowo 4-o bitowe jest oczywiście 0000(BIN) a największą 1111(BIN) czyli 15(DEC). Wynikałoby z tego, że licznik ten może zliczać liczby w tym właśnie przedziale. Tak jednak nie jest, projektanci narzucili tu pewne ograniczenie. W założeniu licznik ten przeznaczony jest do współpracy z dekoderami wyświetlającymi cyfry dziesiętne i z innymi układami prezentującymi informację w systemie dziesiętnym. Tu przechodzimy do wyjaśnienia ostatniego terminu określającego użyty licznik - "BCD". Jest to skrót od angielskich słów "Binary Coded Decimal", co w przybliże-



Rys. 1



Rys. 2

niu oznacza dwójkowo zakodowaną cyfrę dziesiętną. Ograniczeniem narzuconym licznikowi 4510 jest więc to, że największą cyfrą do jakiej zlicza on przychodzące impulsy jest 9, największa cyfra w systemie dziesiętnym.

Rozpocznijmy teraz analizę działania naszego wskaźnika. Na początek zakładamy, że na obydwu wejściach układu - IN1 i IN2 jest stan niski. Stan ten wymuszony jest za pomocą rezystorów R1 i R2 zwierających obydwa wejścia do masy. Obydwa wejścia układu połączono z dwoma wejściami bramki NOR - U3A. Jak wiadomo, na wyjściu takiej bramki stan wysoki istnieje wtedy i tylko wtedy kiedy na obydwóch jej wejściach jest stan niski. Z taką sytuacją mamy w tej chwili do czynienia i stan wysoki z bramki U3A podawany jest na wejście zerujące licznika U1. Dla wejścia zerującego RST tego licznika stan wysoki jest stanem aktywnym i w związku z tym na wszystkich jego wyjściach mamy zero logiczne.

Kolejnym istotnym dla pracy urządzenia elementem jest układ generatora multistabilnego zbudowany z dwóch bramek NOR - U3B i U3C. Generator ten nieustannie wytwarza ciąg impulsów prostokątnych o częstotliwości określonej wartością elementów R3 i C1. Z wartościami tych elementów podanymi na schemacie częstotliwość tego przebiegu wynosi ok. 10Hz i może być w szerokich granicach zmieniana przez dobór wartości wymienionych elementów. Generowane impulsy podawane są na wejście zegarowe licznika U1. Poza tym nic się jednak nie dzieje, ponieważ jak pamiętamy licznik ten jest w stanie permanentnego wyzerowania.

Zobaczmy teraz, co się stanie jeżeli na wejście IN1 podamy stan wysoki. Na wyjściu bramki U3A natychmiast wytworzy się stan niski, który zostanie doprowadzony do wejścia zerującego licznika. Licznik przestanie być zerowany i rozpocznie zliczanie nadchodzących impulsów.

Zapomnieliśmy wyjaśnić rolę jaką pełni trzeci układ scalony zastosowany w urządzeniu - U2. Jest to dekoder kodu BCD na kod 1 z 10. Pojęcie kodu BCD już omówiliśmy, wyjaśnijmy więc co oznacza drugie pojęcie. Wejścia dekodera 4028 połączone są z odpowiadającymi im wyjściami licznika U1. Stan tych wyjść zmienia się w miarę nadchodzenia impulsów z generatora od 0000(BIN) do 1001(BIN). Dekoder 4028 posiada 10 wyjść: Q0 ...Q9. W zależności od tego, jaka zakodowana dwójkowo cyfra dziesiętna pojawia się na jego wejściach, uaktywnia się odpowiadające jej wyjście dekodera. Na takim wyjściu pojawia się stan logiczny "1" i połączona z nim dioda LED zaczyna przewodzić prąd. Zmieniają się stany wejść dekodera, jego wyjścia kolejno znajdują się w stanie wysokim i w efekcie świecący punkcik przesuwa się wzdłuż linijki diod świecących.

Spróbujmy teraz podać stan wysoki na drugie wejście urządzenia - IN2. Bramka U3A zachowa się identycznie jak poprzednim razem i licznik rozpocznie zliczanie impulsów. Tym razem jednak stan wysoki został podany także na wejście U/D (Up/Down - W górę/W dół) licznika, odpowiedzialne za sterowanie kierunkiem zliczania i świecący punkcik przesuwa się teraz w przeciwną stronę. Tak więc mamy już gotowy sygnalizator - urządzenie zmieniające kierunek biegu zapalonej diody w zależności od stanu jego wejść!

Czytelnicy proszeni są o przeanalizowanie, co stanie się w przypadku podania stanu wysokiego na obydwa wejścia układu i jak zachowa się urządzenie jeżeli na wejściu IN1 stale będzie stan wysoki, a stan na wejściu IN2 będzie się zmieniał.

Pozostała nam jeszcze do omówienia rola diod D11...D14. Do wejść urządzenia będziemy podłączać różne czujniki i wraz z odpowiednim poziomem logicznym na wejścia te mogą przedostać się szkodliwe zakłócenia i przepięcia, mogące w niesprzyjających warunkach uszkodzić wejścia układów CMOS. Diody D11 i D12 mają za zadanie zewrzeć każdy impuls o napięciu wyższym niż napięcie zasilania o 0,7V, a diody D13 i D14 zwierają impulsy o napięciu niższym od zasilania.

Kondensatory C2 i C3 pełnią role odblokowywania zasilania urządzenia.

Montaż i uruchomienie.

Montaż wskaźnika należy przeprowadzić zgodnie z ogólnie znanymi zasadami, rozpoczynając od elementów o najmniejszych gabarytach. Mozaika ścieżek płytki drukowanej i rozmieszczenie elementów pokazano na rys. 2. Jest to płytka wykonana na laminacie jednostronnym. Autor ubolewa, że zmuszony był zastosować kilka zworek lecz jedyną alternatywą było użycie laminatu dwustronnego, czyli trzykrotne podniesienie ceny płytki. Tak więc jako pierwsze musimy wlutować te nieszczęsne zworki, zaznaczone kreskami na stronie opisowej płytki. Pod układy scalone warto zastosować podstawki. Punkty lutownicze pod diody zostały zaprojektowane tak, że można je zamontować prostopadle lub poziomo w stosunku do płytki.

Podobnie jak większość projektów z serii 2000 układ wskaźnika nie wymaga uruchamiania i zmontowany ze sprawnych elementów działa natychmiast poprawnie. Pole do prostych eksperymentów otwiera jedynie sprawa ewentualnego doboru kondensatora C1 i rezystora R3. Wymieniając jeden lub oba te elementy możemy uzyskać większą lub mniejszą szybkość przesuwania się zapalonej diody.

Do naszego wskaźnika możemy także dołączyć element sygnalizacji akustycznej, którym jest miniaturowy sygnalizatorek piezo z wbudowanym generatorem. Należy go przylutować w miejscu oznaczonym na schemacie ideowym i na płytce ("PIEZO"), zwracając uwagę na biegunowość zasilania. Czerwony przewód zasilający generatorek musi być dołączony do punktu połączonego z nóżką 6 układu scalonego U1. Zastosowanie generatorka piezo jest opcjonalne i dlatego nie wchodzi on w skład kitu (jest dostępny w ofercie handlowej AVT).

Zbigniew Raabe

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT, jako "kit szkolny" AVT-2038

WYKAZ ELEMENTÓW

Kondensatory

C1	220nF
C2	100µF
C3	100nF

Rezystory

R1, R2, R3	100k<234>

Półprzewodniki

D1...D10	diody LED o dowolnym kolorze

D11, D12, D13, D14 dowolne diody krzemowe małej mocy, np. 1N4148

U1	CMOS4510
U2	CMOS4028
U3	CMOS4001

Pozostałe

Złącze ARK3	1szt.
Złącze ARK2	1szt.

OFERTA HANDLOWA AVT

I. Płytki (A) i kity (B) AVT

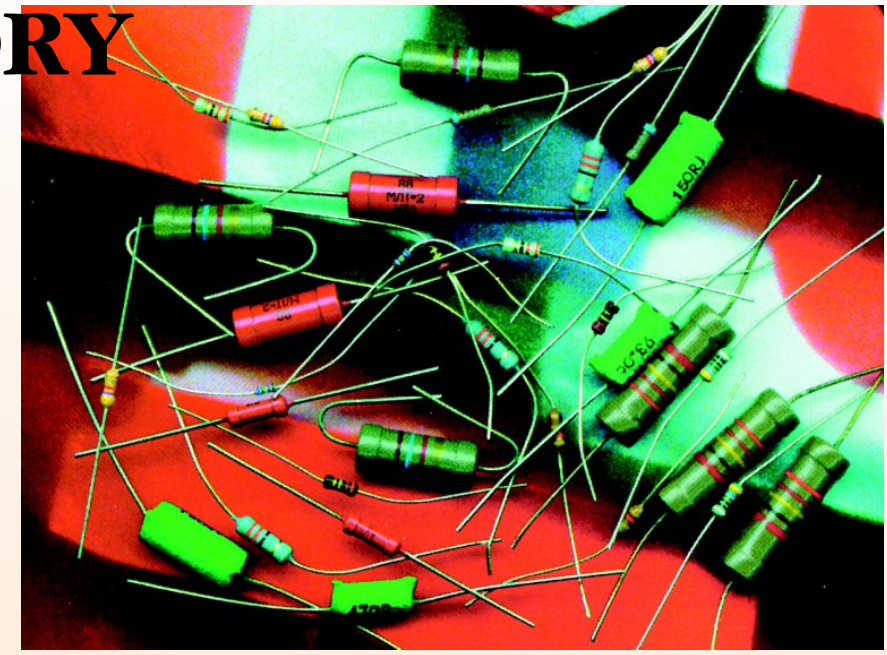
SYMBOL	Nazwa	Cena		SYMBOL	Nazwa	Cena	
		A	B			A	B
AVT 144	Zamek szyfrowy	10,0	37,0	AVT 1068	Uniwersalny konwerter polaryzacji napięcia	2,0	11,0
AVT 1000	Pozytywka	2,0	18,0	AVT 1070	Włącznik żarówki halogenowej	2,0	4,0
AVT 1007	Regulator obrotów silnika elektrycznego	2,0	13,0	AVT 1088	Minizestaw do nagłośnienia	2,0	11,0
AVT 1008	Oryginalny gong drzwiowy	2,0	21,0	AVT 1089	Ekonomiczny tor podczerwieni aktywnej	2,0	9,5
AVT 1012	Strach na komary	2,0	9,8	AVT 2002	Czujnik częstotliwości	1,5	8,5
AVT 1014	Whisper	2,5	19,0	AVT 2004	Woltomierz do modułowego zestawu pomiarow.	4,5	29,0
AVT 1017	Miniwzmacniacz		8,8	AVT 2014	Robot - zabawka z radarem	1,5	14,0
AVT 1020	Miniaturowy wykrywacz zwarć	1,5	6,0	AVT 2009	Pipek dręczyciel	1,5	4,9
AVT 1024	Słuchawkowy wzmacniacz wysokiej jakości	3,5	26,0	AVT 2010	Syrena elektroniczna	2,5	9,5
AVT 1033	Przedwzmacniacz mikrofonowy	2,5	14,0	AVT 2021	Uniwersalny wzmacniacz z układem KA2206	2,0	12,0
AVT 1034	Czterokanałowy mikser stereo	10,0	49,0	AVT 2038	Wskaźnik kierunku...	2,5	11,0
AVT 1043	Dwukanałowy wskaźnik wyster. z LEDami	2,0	14,0	AVT 2039	Detektor - licznik przesuwających się obiektów	2,5	12,0
AVT 1045	Siedmiokanałowy wskaźnik analogowy	4,0	27,0	AVT 2042	Termostat do urządzeń elektronicznych	1,5	5,5
AVT 1047	Iloczynowy wskaźnik wysterowania	2,5	21,0	AVT 2044	Aktywny tor podczerwieni dalekiego zasięgu	5,0	19,0
AVT 1048	Generator funkcyjny z układem MAX038	2,5	70,0	AVT 2050	Najprostszy wzmacniacz akustyczny 3W	2,0	8,0
AVT 1049	Czterokanałowy wzmacniacz samochodowy	3,5	17,0	AVT 2051	Najprostszy generator melodii z układem UM66T20L		5,0
AVT 1050	Symulator alarmu samochodowego	2,0	4,0	AVT 2052	Alarm termiczny	1,5	15,0
AVT 1052	Generator - tester RTV	2,0	10,5	PW-01	Płytka wielofunkcyjna	2,5	
AVT 1061	Regulator obrotów silnika prądu stałego	2,0	7,5	PW-02	Płytka wielofunkcyjna	2,5	
AVT 1066	Miniaturowy zasilacz uniwersalny z uk.LM317	2,0	7,5				
AVT 1075	Prosty generator obrazu kontrolnego wideo	2,0	8,0				
AVT 1029	Licznik impulsów telefonicznych	3,0	29,0				
AVT 1036	Ładowarka akumulatorów NiCd	2,5	48,0				
AVT 1044	Mostkowy wzmacniacz mocy do samochodu	2,0	22,0				
AVT 1060	Tania ładowarka akumulatorów	2,0	18,0				

II Inne artykuły

1. Kity Vellemana - patrz II-ga strona okładki.
2. Magazynki - patrz II-ga strona okładki.
3. Lutownice - patrz III-a strona okładki.
4. Multimetry - patrz IV strona okładki.

GIEŁDA GIEŁDA GIEŁDA GIEŁDA GIEŁDA GIEŁDA GIEŁDA GIEŁDA GIEŁDA GIEŁDA GIEŁDA GIEŁDA

REZYSTORY część 2



Drogi Czytelniku!
W moim drugim liście z cyklu korespondencyjnych lekcji elektroniki chciałbym dokończyć rozpoczęty przed miesiącem temat rezystorów. Pora już nauczyć się "odczytywać" wartości rezystorów na podstawie kolorowych kodów paskowych.

Nauczenie się kolorów wcale nie jest trudne. Naucz się jak wierszyka kolejności kolorów:
czarny - brązowy - czerwony - pomarańczowy - żółty - zielony - niebieski - fioletowy - szary - biały.

Odpowiada to kolejnym cyfrom, uwaga! - od zera do dziewięciu. I teraz znasz już cyfry. Ale to dopiero mniej niż połowa drogi.

Spotyka się też paski srebrne i złote.

Jak wiesz, ktoś kiedyś wykombinował, iż trzeba przyjąć pewne wartości nominalne i produkować elementy według tak przyjętych szeregów. Dlatego nie pytaj nigdzie na przykład o opornik 9,8 kilooma, bo takiego nominału nikt nie produkuje. W artykule znajdziesz tablice szeregów E3 - E192. Liczba obok literki E wskazuje na ilość pozycji dla jednej dekady, czyli na gęstość szeregu. Popularne rezystory, do których jesteś przyzwyczajony, wykonywane są według szeregów E12 i E24. Po analizie tego artykułu i po przeprowadzeniu zaproponowanych eksperymentów zaczniesz cenić te "nieokrągłe" nominały z szeregów E48, E96 i E192. Nie staraj się nauczyć na pamięć podanych szeregów - pamięć zostaw dla ważniejszych informacji. Z czasem liczby te same "wejdą ci do głowy". Proponuję ci, żebyś wykonał odbitkę ksero strony z tymi tablicami i zawsze miał ją "pod ręką". Dlaczego? Zaraz się przekonasz.

Teoretycznie klucz do zidentyfikowania "kolorowego" opornika jest bardzo prosty. Dla szeregów E12 - E48 wygląda następująco:
pierwszy pasek - pierwsza cyfra znacząca
drugi pasek - druga cyfra znacząca
trzeci pasek - mnożnik (czyli prościej ilość zer)
czwarty pasek - tolerancja.

Pierwszy pasek powinien być umieszczony jak najbliżej brzegu, czyli na metalowym kapturku(obejmie), natomiast ostatni pasek powinien być szerszy od pozostałych.

Przykładowo: czerwony-czerwony-czerwony-złoty oznacza 2,2kW.

Jeśli trzeci pasek jest czarny, do dwóch cyfr znaczących nie dopisuje się żadnych zer. Na przykład oznaczenie: szary-czerwony-czarny daje wartość 82W.

Paski złoty i srebrny nie mogą wystąpić na pierwszych dwóch pozycjach jako cyfry znaczące. Kolor złoty na trzeciej pozycji oznacza mnożnik 0,1. Wtedy kod: zielony-brązowy-złoty daje wartość 5,1W. Pasek srebrny na miejscu mnożnika oznacza 0,01: czerwony-fioletowy-srebrny dawałby więc 0,27W. Jednak rezystory o nominałach poniżej 1W są najczęściej oznaczane cyframi.

Nie wspomnieliśmy dotychczas o ostatnim pasku, określającym tolerancję. Zgodnie z naszym wierszykiem pasek brązowy wskazuje na tolerancję 1%, czerwony - 2%; tolerancja 10% oznaczana jest paskiem srebrnym, a tolerancja 5% - złotym (!), a nie zielonym. Pasek zielony oznacza tolerancję 0,5%, innych kolorów pasków tolerancji pewnie nigdy w życiu nie spotkasz (niebieski - 0,25%, fioletowy - 0,1%, szary - 0,05%). Natomiast brak czwartego paska oznacza tolerancję 20%; tak nędznych rezystorów jednak prawie się już dziś nie spotyka.

W praktyce problem polega jednak często na tym, że nie będziesz potrafił stwierdzić "co poeta miał na myśli", czyli co to miał być za kolor: pomarańczowy, czy żółty; brązowy czy czarny; szary, niebieski, czy może fioletowy? Ponadto, czasem trudno określić, który pasek ma być pierwszy, który ostatni, bo paski naniesione są niedbale, żaden nie jest szerszy od pozostałych i wszystkie umieszczone są mniej więcej na środku rezystora.

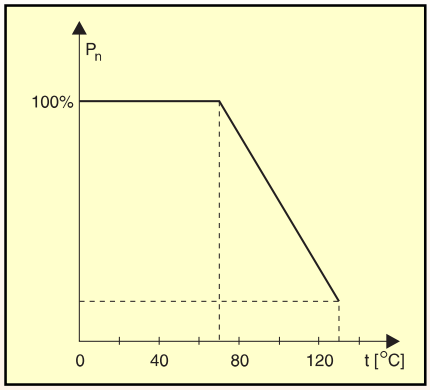
I właśnie przy takich wątpliwościach znakomitą pomocą w rozszyfrowaniu będą tabele szeregów i poniższe zasady:

Jeśli są cztery paski (występują dwie cyfry znaczące), to ostatni powinien być złoty albo srebrny, bo popularne rezystory wytwarzane są według szeregów E12 i E24. Na pewno nie znajdziesz oznaczenia typu: niebieski-szary-czerwony-zielony (6,8kW 0,5%), bo rezystory o tolerancji 0,5% zawsze są wytwarzane według szeregu E192, ewentualnie E96.

Z czterema paskami szybko więc sobie poradzisz. Ale spotkasz rezystory z pięcioma, a nawet sześcioma paskami. Tu zasady są podobne, tyle że występują trzy cyfry znaczące:
pierwszy pasek - pierwsza cyfra znacząca
drugi pasek - druga cyfra znacząca
trzeci pasek - trzecia cyfra znacząca
czwarty pasek - mnożnik
piąty pasek - tolerancja.
ewentualny szósty pasek - współczynnik temperaturowy.
Kolor szóstego paska informuje o temperaturowym współczynniku rezystancji:
brązowy - 100ppm/K
czerwony - 50ppm/K
żółty - 25ppm/K
pomarańczowy-15ppm/K
niebieski - 10ppm/K
fioletowy - 5ppm/K

Zapamiętaj też raz na zawsze, że to straszne "pi-pi-em" to po prostu skrót "parts per million" czyli swojsko - części na milion:

1ppm = 1/1000000 = 10^{-6}. Stąd np.:
1% = 10000ppm = 10^4ppm



Rys. 1.

100ppm = 0,01%

Nie licz jednak na to, że na perskim jarmarku kupisz za grosze rezystory o współczynniku temperaturowym mniejszym niż 50ppm/K (0,005%/K). Jeśli w ogóle spotkasz "sześciopaskowy" rezystor, ostatni pasek będzie brązowy albo czerwony.

Przy oznaczeniach pięcio- i sześciopaskowych pomocą w "rozszyfrowaniu" oznaczenia będą tabele ciągów E48 (2%), E96 (1%) i E192 (0,5%). Bardzo rzadko, ale jednak można natknąć się też na dziwolągi; autor ma np. rezystory oznaczone czerwony-czerwony-czarny-czarny-brązowy-czerwony (według podanego klucza 220W 1% 20ppm/K). Ale według jednoprocentowego szeregu E96 powinno być 221W, nie 220W. Być może jest to wyrób oznakowany kodem Siemensa, niezgodnym z zaleceniami IEC, gdzie trzeci pasek oznacza mnożnik, czwarty - tolerancję (czarny = tolerancja wg specyfikacji klienta) a piąty - trzecią cyfrę znaczącą. Tylko dlaczego pojawił się szósty pasek?

Jak by nie było, nie bój się tych dziwnych pięciopaskowych oznaczeń - jak się pomału przekonasz, rezystory produkowane według tych "gęstych" szeregów są po prostu lepsze.

Podam ci jeszcze na przykładach inne sposoby kodowania parametrów według różnych norm:

wartość	wg IEC	wg MIL
0,15W	R15	-
1W	1R0	1R0
39W	39R	390
120W	120R	121
5,6kW	5k6	562
33kW	33k	333
470kW	470k	474
2,7MW	2M7	275
15MW	15M	156.

Niekiedy w oznaczeniach literkę R pomija się i np. zapis 180 oznacza 180W.

Jeśli w oznaczeniu spotkasz dodatkową literę, to będzie ona oznaczać tolerancję:

N ±30%
M ±20%
K ±10%
J ±5%
H ±2,5%
G ±2%
F ±1%
D ±0,5%
C ±0,2%
B ±0,1%
R1 ±1W (!).

Przykładowo 2k7K = 2,7kW 10%, 4R3J = 4,3W 5%. W niektórych rezystorach również podstawowy kolor obudowy rezystora niesie jakąś informację, ale dla amatora będzie to zbyt trudne do ustalenia, nie są to bowiem zasady znormalizowane i poszczególne firmy ustalają własne reguły.

Teraz już na pewno poradzisz sobie z rozszyfrowaniem rezystancji i tolerancji. Niestety, muszę cię zasmucić - z takiego oznaczenia nie dowiesz się nic na temat dopuszczalnej mocy strat. A można tu się natknąć na duże niespodzianki. Przyzwoity krajowy rezystor MFR o obciążalności 0,25W ma maksymalne wymiary = 3,4mm l = 7,2mm. Tymczasem firma Vitrohm proponuje rezystory tej samej lub lepszej klasy serii GP (1% 50ppm/K) o obciążalności 0,4W (typ 490) i wymiarach = 1,6mm l = 4mm! Natomiast rezystory GP serii 491 przy wymiarach nadal znacznie mniejszych niż MFR 0,25W - = 2,5mm l = 6mm - mają obciążalność 0,6W!

Ponieważ większość hobbystów kupuje rezystory pochodzące z różnych, często przypadkowych i niepowtarzalnych źródeł, pożytek z podanych tu cennych informacji z konieczności nie może być pełny. W zasadzie tylko konstruktor-profesjonalista mający dostęp do katalogów konkretnych firm może zamówić rezystory o potrzebnych parametrach - amatorzy muszą sobie radzić nieco inaczej. A przecież co jakiś czas przyjdzie ci wykonać jakiś układ pomiarowy i chciałbyś uzyskać powtarzalne i stabilne parametry. Czy potrafisz odróżnić rezystor węglowy klasy RWW od metalowego MŁT? A jakie parametry mają często spotykane na rynku rezystory produkcji czeskiej albo byłego NRD? Nie masz szans określić tego na podstawie katalogów. Włącz więc wreszcie swą lutownicę. Rezystory masz już przygotowane - do tej próby weź tylko małe rezystory o mniej więcej jednakowej wielkości (popularne ćwiartki i ósemki). Dołączaj teraz po kolei rezystory do miernika cyfrowego, zapisuj rezystancję w stanie zimnym, a potem podgrzewaj każdy opornik mniej więcej w jednakowy sposób. Ja podgrzewałem lutownicą nóżkę rezystora w odległości około 1mm od korpusu. Zapisz teraz rezystancję każdego opornika w stanie gorącym. Następnie zostaw je w spokoju, aż ostygną do temperatury pokojowej i znów zmierz i zapisz ich rezystancję. Wykonaj to porządnie i dokładnie. Przeanalizuj wyniki. Ja podam ci swoje wnioski, ale ty nie bądź leniwy - wykonaj to ćwiczenie i przekonaj się... jaki złom nagromadziłeś w swych zapasach.

Dobieranie lub łączenie popularnych, tanich rezystorów w celu osiągnięcia dokładnie określonych wartości bardzo często zupełnie nie ma sensu. Pamiętaj o tym, że podczas lutowania rezystancja taniego rezystora węglowego może się trwale zmienić o ponad 1%. Także jeśli przepływający prąd podgrzeje rezystor i jego temperatura znacznie się zwiększy, rezystancja może "uciec" nawet poza nominalny zakres tolerancji.

Ja przebadałem w ten sposób ponad 50 rezystorów. Niektóre moje wyniki od najgorszych do najlepszych wyglądają następująco:

Rezystor brązowy-czarny-niebieski-złoty (10MW 5%) niewiadomej produkcji kupiony na perskim. Na zimno - 10,26MW, na gorąco - 6,55MW (!), po ostygnięciu - 10,15MW. Zauważ, że po podgrzaniu symulującym wlutowanie w płytkę rezystancja zmieniła się, bagatela, o 37%! A nominalna tolerancja ma wynosić 5%! Po ostygnięciu rezystancja nie wróciła też do początkowej wartości - "rozjechała się" o ponad 1%. Takiego rezystora nie można użyć do żadnego prawdziwego przyrządu pomiarowego. Ale popatrz dalej:

Rezystor "na oko" MŁT 0,25W oznaczony 2M7. W stanie gorącym rezystancja spadła z 2,688MW do 2,290MW czyli o 15% - on także nie nadaje się do żadnych precyzyjnych urządzeń.

Podobnie rezystor brązowy-czarny-zielony-złoty (1MW 5%). Przed próbą: 1017,0kW, na gorąco 896kW (-12%), po ostygnięciu 1005,0kW, czyli też "rozjechał się" o ponad 1%. Ale już radziecki rezystor C2-14 o nominale 988kW (szereg E192!) miał wyniki odpowiednio: 987kW; 983kW; 987kW. Podgrzanie zmieniło rezystancję tylko o 0,4%, a po ostygnięciu powrócił on do pierwotnej wartości. Ten rezystor świetnie nadaje się do zastosowania w dokładnym przyrządzie pomiarowym.

Z kolei rezystory niebieski-szary-żółty-złoty (680kW 5%) zmniejszyły swą rezystancję po podgrzaniu o 8...10%. Tej samej klasy oporniki: brązowy-czarny-zółty-złoty (100kW 5%) zmniejszyły rezystancję o 4...6% a po ostygnięciu rezystancja różniła się o 0,2...1% od początkowej. Rezystory MŁT 0,125W 100kW zmniejszyły rezystancję o 3,3%, ale powróciły do pierwotnej wartości z dokładnością 0,2%. Dla dobrego rezystora MFR 0,125W rezystancja wynosiła kolejno: 99,74kW; 100,04kW (+0,3%), 99,82kW (<0,1%). Z tego nominału najlepszy okazał się jednak niepozorny, miniaturowy (= 1,6mm l = 4mm) rezystorek oznaczony brązowy-czarny-żółty-złoty - 100kW

5%, którego rezystancja wyniosła: 100,0kW; 99,90kW (-0,1%); 99,97kW (0,03%)!

W okolicach 10...20kW sytuacja wyglądała tak:

MFR 0,25W o nominale 9,09kW: 9,131kW; 9,109kW (-0,24%); 9,131kW (0%!).

Węglowy brązowy-czarny-pomarańczowy-złoty (10kW 5%): 10,256kW; 9,630 (-6,1%); 10,280kW (+0,2%!?).

MŁT 18kW 0,25W: 17,855kW; 18,151kW (+1,6%); 17,855kW.

Podobnie było z opornikami o mniejszej rezystancji. Odchyłki w stanie gorącym nie przekraczały dla rezystorów MFR wartości 1%, dla innych dochodziły do 5%.

Jeszcze raz zachęcam cię, żebyś wykonał takie próby ze swoimi rezystorami. Choć na podstawie takich eksperymentów nie określisz dokładnie temperaturowego współczynnika rezystancji, jednak zorientujesz się, że większość twoich rezystorów zupełnie nie nadaje się do precyzyjnych układów. Nie znaczy to, że są one nieprzydatne - w większości układów mimo wszystko znakomicie spełnią swoją rolę.

Zwróć jeszcze uwagę na rysunek 1 przedstawiający zależność dopuszczalnej mocy traconej w rezystorach MŁT od temperatury otoczenia. Z rysunku tego wynika, że dopuszczalna temperatura warstwy rezystancyjnej nie może przekraczać +130°C. Dla innych rezystorów maksymalna temperatura warstwy rezystancyjnej może być nieco inna. Dla węglowych: +125°C, dla metalowych MFR i podobnych: +155°C. Ponadto prawie wszystkie rezystory można obciążać mocą znamionową tylko wtedy, jeśli temperatura otoczenia nie przekracza +70°C, ale w praktyce jest to warunek łatwy do spełnienia.

Rozważ teraz następujący przykład: masz zbudować dokładny termometr. W układzie występuje nowoczesny układ scalony - źródło napięcia wzorcowego o stabilności 50ppm/K (0,005%/K). Napięcie to jest jednak za wysokie i zastosowałeś dzielnik zawierający obok rezystora MFR także rezystor węglowy RWW albo metalowy MŁT, których wartość dokładnie dobrałeś za pomocą cyfrowego multimetru. Jeśli temperatura wewnątrz przyrządu wyniesie, powiedzmy +50oC, a przez rezystory będzie płynął znaczny prąd to może się okazać, że temperatura warstwy czynnej rezystora może wynieść +70...+100oC. Jeśli nawet przed wlutowaniem mierzyłeś rezystor węglowy w temperaturze pokojowej, to w czasie pracy jego rezystancja może zmienić się nawet o 2...4%. Nawet rezystor MFR o współczynniku temperaturowym w granicach ±100ppm/K może w takich samych warunkach zmienić swą rezystancję o 0,5%. Czy to będzie precyzyjny dzielnik, jeśli jedna z rezystancji zmieni się o kilka procent? Jaka będzie dokładność i stabilność twojego termometru?

Jakie z tego wypływają wnioski?

Dla osiągnięcia wymaganej stałości należy więc stosować sprawdzone dobre rezystory metalowe, i w żadnym wypadku nie obciążać ich pełną mocą znamionową.

Nie wspomniałem ci do tej pory nic o szumach rezystorów. Temat ten będę gruntownie omawiał w ramach cyklu "Notatnika praktyka" na łamach Elektroniki Praktycznej. Powiem ci tylko krótko: tanie "czteropaskowe" oporniki węglowe, a także metalowe typu MŁT i podobne, szumią nawet dziesięciokrotnie więcej niż dobre "pięciopaskowe" rezystory metalowe. Wiem, że będziesz próbował budować różne wzmacniacze akustyczne. A może już próbowałeś i zniechęciłeś się beznadziejnie dużymi szumami? Wiedz, że jedną z przyczyn twojego niepowodzenia mogły być rezystory.

Czy już jesteś przekonany, że w pierwszych stopniach niskoszumnych przedwzmacniaczy powinieneś stosować właśnie te drogie, precyzyjne rezystory metalowe o tolerancji 1% i małym współczynniku temperaturowym? Choć akurat wąska tolerancja i stabilność temperaturowa nie będą najistotniejsze w sprzęcie audio, takie właśnie rezystory powinieneś zastosować ze względu na szumy.

Teraz już chyba zrozumiałeś dlaczego w firmowym sklepie warto zapłacić za dobry metalowy rezystor o tolerancji 1% i stabilności ±50ppm/K dziesięć razy więcej niż za oporniki niewiadomego pochodzenia oferowane "na perskim" w paczkach po sto sztuk.

A teraz weź wszystkie przebadane rezystory i nożem usuń lakier z ich powierzchni. Przypatrz się dobrze warstwie przewodzącej. Jak ukształtowana jest warstwa czynna? Czy widzisz, że ma ona nacięcia w formie spirali? Czy zauważyłeś, że poszczególne rezystory mają różne ilości naciętych "zwojów"? Ile twoich oporników nie ma nacięć, a warstwa czynna jest jednolita? Znalazłeś chociaż jeden?

Dzięki tym zwojom zwiększa się długość ścieżki oporowej i można uzyskać większą rezystancję. Ale zauważ, że rezystory o nominałach poniżej kilooma też mają nacięcia i to czasem w większej ilości niż oporniki kilkudziesięciokiloomowe! Ale nacięcia w kształcie spirali tworzą przecież zwoje cewki - twoje rezystory mają więc pewną indukcyjność. Ponieważ będziesz chciał budować także układy w.cz., nie zapomnij o tym fakcie. Co prawda w układach w.cz. rzadko stosuje się oporniki o dużych rezystancjach (z wieloma naciętymi zwojami), jednak i rezystory o mniejszych nominałach mają pewną szkodliwą indukcyjność (i także pojemność). Do częstotliwości, powiedzmy 10MHz możesz się tym zupełnie nie przejmować, ale dla częstotliwości rzędu dziesiątek i setek megaherców twoje rezystory będą raczej słabymi cewkami lub kiepskimi obwodami rezonansowymi, a nie rezystorami.

Z tymi spiralnymi nacięciami wiąże się jeszcze jedna historia. Wyglądałoby na to, że rezystor 10MW o obciążalności 0,25W mógłby pracować w warunkach 1500V, 150µA, bo daje to moc 0,225W. Tak jednak nie jest! Jeśli tak wysokie napięcie rozłoży się na długości ścieżki oporowej, może się zdarzyć, iż napięcie między poszczególnymi zwojami będzie na tyle duże, że nastąpi przebicie między sąsiednimi zwojami. Zagrożenie to związane jest właśnie z obecnością wąskich nacięć międzyzwojowych. Dlatego producenci podają zawsze dopuszczalne napięcie kategorii, które dla rezystorów wielkości "ósemki" (1/8W) wynosi przeważnie 150...250V, a dla "ćwiartek" - 200...400V. Ograniczenia tego nie można lekceważyć. Jeśli więc chcesz stosować zwykłe rezystory w obwodach wysokonapięciowych musisz szeregowo połączyć kilka jednakowych oporników.

Dochodzisz pomału do końca eksperymentów z rezystorami. Powiedziałem ci, że "po drodze" sporo zepsujesz. Weź teraz mocne szczypce i spróbuj przełamać każdy rezystor na połowy. Popatrz, co widzisz na przełomie. Czy wszystkie twoje rezystory mają biały, porcelanowy środek? W takim razie wszystkie twoje oporniki są rezystorami warstwowymi, żaden nie jest rezystorem masowym, zapomnij więc o książkowych klasyfikacjach dzielących oporniki na warstwowe i masowe. Jako masowe wykonywane są, choć i to nie jest regułą, rezystory bezindukcyjne do w.cz. i rezystory wysokonapięciowe.

Jeśli masz jakieś rezystory drutowe (RDC, RDCO itp.) poświęć też po jednym, połam je i zobacz jak są zbudowane. Rezystory drutowe mają zwykle dobre współczynniki temperaturowe i szumowe. Jednak ze względu na swoją budowę najczęściej nie nadają się do układów w.cz.

Do dziś wiele rezystorów najwyższej klasy to rezystory drutowe. Prawdopodobnie jednak nigdy w życiu nie dostaniesz do ręki takiego rezystora o współczynniku temperaturowym np. 2ppm/K. Natomiast spotykane powszechnie rezystory drutowe są rezystorami o większej mocy strat - kika do kilkudziesięciu watów. Warto wiedzieć, że popularne rezystory RDCO mają niewielki współczynnik temperaturowy ±100-±200ppm/k w zależności od rezystancji.

No cóż... zakończyłeś pierwsze zajęcia w swoim małym laboratorium. Czy dowiedziałeś się czegoś nowego? Mam nadzieję, że przeprowadziłeś podane eksperymenty i wiesz już czego możesz spodziewać się po swoich rezystorach.

Nie zapomnij też umieścić w łatwo dostępnym miejscy "ściągawki" z tabelkami i szeregami - zapewniam cię, że często będziesz z niej korzystał.

Na kolejnych zajęciach zajmiesz się innymi podzespołami.

Cześć

Piotr Górecki

Historia elektroniki część 2

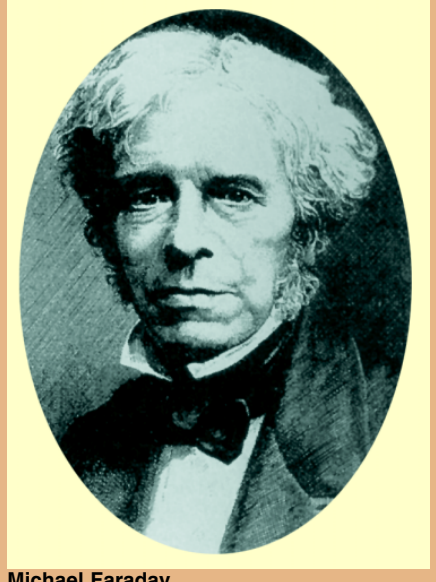
Historia elektroniki jest równie fascynująca jak jej współczesne osiągnięcia. Kontynuujemy opowieść o ludziach i wydarzeniach, od których to wszystko się zaczęło.

Faraday i Henry

Człowiekiem, który w ogromnym stopniu przyczynił się do rozwoju nauki o elektryczności był angielski fizyk i chemik, Michael Faraday. Był on synem kowala i samoukiem, ale dzięki swoim wyjątkowym zdolnościom został jednym z najwybitniejszych uczonych XIX wieku. Największe znaczenie zarówno praktyczne, jak i teoretyczne, miały jego prace w dziedzinie elektryczności. Będąc przekonanym, że poruszaniu się ładunków elektrycznych musi towarzyszyć zjawisko analogiczne do indukcji elektrostatycznej, prowadził badania przez dziesięć lat, uwieńczone odkryciem w 1831 indukcji elektromagnetycznej, co zapoczątkowało powstanie elektrodynamiki. Odkrycia tego dokonał również, niezależnie od Faradaya, amerykański fizyk Joseph Henry, którego nazwisko posłużyło do nadania nazwy jednostce indukcyjności.

Faraday prowadził także doświadczenia nad elektrolizą i wprowadził używane od tego czasu nazwy anody, katody i jonu. Sformułowane przez niego ilościowe prawa rządzące tym procesem stworzyły podwaliny elektrochemii.

Faraday zajmował się także rolą dielektryków, diamagnetyzmem i odkrył paramagnetyzm, oraz wprowadził do fizyki pojęcie pola i linii sił pola, a także wyjaśnił, że ładunki oddziaływują na siebie za pośrednictwem pól. Jego odkrycie zjawiska skręcania płaszczyzny polaryzacji światła w polu magnetycznym, skierowanym do niego równolegle, stało się dla Jamesa Clarka Maxwella jedną z głównych przesłanek do sformułowania elektromagnetycznej teorii światła.



Michael Faraday

Ci pierwsi pionierzy położyli podwaliny pod współczesną elektronikę. Ich odkrycia z pewnością były donioślejsze od wielu współczesnych wynalazków. Nie zostali oni zapomniani. W roku 1863 British Association nazwało jednostkę siły elektromotorycznej woltem, jednostkę oporności omem, a jednostkę natężenia prądu amperem. Jednostki te zostały później zatwierdzone w skali międzynarodowej na konferencji w Chicago w roku 1893, kiedy wolt, amper, om, wat, kulomb, farad, henr i dżul zostały uznane za znormalizowane jednostki elektryczne, upamiętniające tych, którzy w tak wielkim stopniu przyczynili się do rozwoju współczesnej nauki.

Pierwsze zastosowania

Przez wiele lat nie umiano wykorzystać nowo wynalezionej elektryczności. Dopiero odkryty przez Oersteda elektromagnetyzm okazał przydatność w praktyce. Dotychczas nie było wiele sposobów wykrywania prądu. Do detekcji elektryczności statycznej używano butelek lejdejskich, znane też były niektóre efekty elektrochemiczne przepływu prądu elektrycznego. Detekcja elektryczności była znacznie łatwiejsza za pomocą elektromagnetyzmu, co przyczyniło się do wzrostu zainteresowania zastosowaniami nowej nauki.

Jedno z pierwszych zastosowań elektryczność znalazła w łączności. Połączenie kilkoma drutami swego rodzaju nadajnika z odbiornikiem i włączanie i wyłączanie prądu mogło służyć do przesyłania wiadomości. Użycie elektrycznych sposobów łączności otwierało szerokie możliwości, komunikacja na początku XIX wieku była powolna i uciążliwa. Do przesyłania sygnałów wyznaczoną drogą używano systemu wież semaforowych. Wzdłuż południowego wybrzeża Anglii został nawet przygotowany system ognisk ostrzegawczych na wypadek inwazji wojsk napoleońskich. Ale najpewniejszym sposobem przekazywania wiadomości było wysłanie listu za pośrednictwem konnego posłańca lub gołębia pocztowego. Był to jednak sposób powolny, zwłaszcza na większe odległości.

Po odkryciu elektryczności rodziło się dużo różnorodnych systemów. Wielu pionierów usiłowało zrealizować bardzo nieraz pomysłowe rozwiązania, chociaż ich możliwości i wiedza były ograniczone. Prymitywne według dzisiejszych standardów pomysły były wtedy osiągnięciami technologicznymi.

Jeden z pierwszych, datujących się na połowę XVIII w, polegał na przesyłaniu ładunków elektrostatycznych na odległość. Ładunek z generatora elektrostatycznego miał być przekazywany po jednym z kilku

drutów, na którego końcu przyciągałby lekką literkę. Przesyłanie ładunku kolejno różnymi drutami miało umożliwić przesłanie wiadomości.

Wynalezienie ogniwa przyniosło szereg propozycji wykorzystywania efektów elektrochemicznych do detekcji przepływu prądu, a zatem do odczytania przesłanej wiadomości. Wszystkie te pomysły nie nadawały się jednak do stworzenia stałego i praktycznego systemu łączności.

Innym problemem były techniczne trudności wyprodukowania drutu, na skutek czego był on bardzo drogi. Tym samym wszelkie systemy wielodrutowe były zupełnie nieekonomiczne. Wyprodukowane druty wymagały izolacji i połączenia razem w kabel. Dało się to wykonać za pomocą smoły, ale metody produkcji były prymitywne, a więc bardzo czasochłonne.

Pierwsze telegrafy

Od czasu odkrycia elektromagnetyzmu dokonywano wielu prób utworzenia dogodnego elektrycznego systemu łączności. Pierwszy telegraf elektromagnetyczny opracowali w roku 1833 dwaj Niemcy, fizyk Wilhelm Eduard Weber, profesor uniwersytetów w Halle, Getyndze i Lipsku wraz ze słynnym matematykiem Carlem Friedrichem Gaussem, profesorem uniwersytetu w Getyndze.

Pierwszy patent na telegraf był rezultatem współpracy inżyniera sir Williama Fothergilla Cooke'a i profesora King's Colledge w Londynie, sir Charlesa Wheatstone'a. Cooke widział pokaz jednego z pierwszych działających systemów elektromagnetycznych, opracowany przez C. A. Steinheil'a. Był to bardzo pomysłowy system, wyposażony nawet w alarm ostrzegający o nadchodzącej wiadomości. Odbiornik był również wyposażony w elektromagnesy i atrament do zapisywania wiadomości na papierze. System ten jednak zbytnio wyprzedzał epokę. Był zbyt drogi i skomplikowany, aby mógł się przyjąć.

Charles Wheatstone

Obserwując pokaz Cooke zapalił się do tego i zaczął obmyślać swój własny system. Zastosował w nim pięć drutów i przewód powrotny do sterowania pięcioma igłami magnetycznymi, sterowanymi prądami płynącymi przez druty. W ten sposób igły mogły wskazywać odpowiednie litery. Cooke'owi brakowało wiedzy w tej dziedzinie, zwrócił się więc do Wheatstone'a, który już eksperymentował z systemami telegraficznymi, a który dziś jest przede wszystkim znany z wynalazku mostka do pomiarów oporności. Wspólnie urzeczywistnili pomysł, który działał na sporą odległość.

10 czerwca 1837 twórcom przyznano patent, a 26 lipca podjęli oni próbę telegrafowania na odległość 3,6km wzdłuż linii kolejowej London and North West Railway pomiędzy stacjami Euston a Camden. Eksperyment zakończył się wielkim sukcesem technicznym, ale nie wywarł wrażenia na dyrekcji kolei i urządzenia zostały zdemontowane.

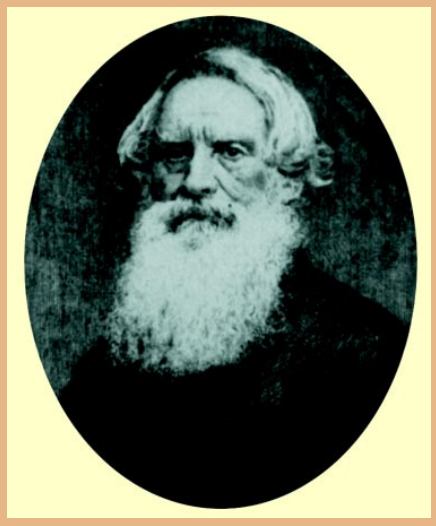
Po dwóch latach Cooke i Wheatstone odnieśli następny sukces. Kolej Great Western Railway Company zgodziła się zainstalować linię długości 21km pomiędzy Paddington a Drayton. Trzy lata później linia została przedłużona do Slough. Oprócz podstawowego zadania utrzymywania łączności pomiędzy stacjami, na stacji Paddington zorganizowano pokaz. Za pokaźną sumę jednego szylinga publiczność mogła zobaczyć nowy wynalazek.

Great Western Railway była zadowolona z działania nowego systemu, okazał się on jednak zbyt kosztowny w rozbudowie.

Cooke i Wheatstone zmodyfikowali swój system dla obniżenia kosztów. Przez użycie specjalnych kodów zdołali zredukować ilość drutów do jednego, plus powrotny, który dało się zastąpić ziemią. Ulepszony system zyskał szerszą aprobatę, został zainstalowany wzdłuż kilku linii, nie uzyskał jednak spodziewanego powodzenia.

Morse

Największe powodzenie uzyskał system telegraficzny wynaleziony przez Amerykanina, Samuela Finleya Breese'a Morse'a. Był to człowiek o wielkiej skali zainteresowań. Po ukończeniu uniwersytetu Yale pracował jakiś czas jako urzędnik, a później postanowił zostać malarzem i wyjechał na studia malarskie do Anglii. Zawsze interesowała go fizyka, a zwłaszcza nowa dziedzina elektryczności i magnetyzmu. Po powrocie do USA z wielkim trudem zdobywał powodzenie jako artysta i nie mógł poświęcać wiele czasu naukowym



Samuel Morse

dociekaniom. Jednak z upływem czasu jego techniczne zainteresowania zaczęły przeważać. Opatentował maszynę do cięcia marmuru, wprowadził w USA dagerotypię, zajął się też telegrafem. Jego ideę szeregowego przesyłania danych, w postaci zakodowanych kropkami i kreskami liter i cyfr, pomógł mu zrealizować w praktyce zdolny mechanik Alfred Vail. Alfabet Morse'a, nieco zmodyfikowany później, jest używany do dziś. Pierwszy telegram w USA, złożony z pięciu słów, został nadany 4 września 1837. Ale minęło kilka lat, zanim zabiegi wynalazców o zainteresowanie telegrafem potencjalnych użytkowników w USA i w Anglii zostały uwieńczone pomyślnym oddaniem do użytku pierwszej linii telegraficznej, o długości 65km pomiędzy Waszyngtonem i Baltimore. Odbyło się to 24 maja 1844.

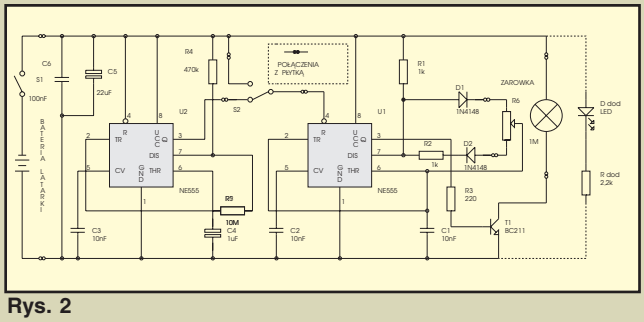
Sukces ten zapoczątkował szybki rozwój linii telegraficznych, początkowo głównie kolejowych. Już po czterech latach działało łącznie ponad 8500km linii i system Morse'a stał się standardem. W krótkim czasie po przyjęciu się telegrafu Morse'a w USA zaczęto instalować go również w Europie, a nawet i w innych częściach świata.

Sukces systemu zapoczątkował wojnę prawną pomiędzy pierwotnymi współpracownikami, zakończoną dopiero po wielu latach przyznaniem praw patentowych Morse'owi.

Alfabet Morse'a był praktyczny w użyciu, jednak okazało się, że niektóre niekonsekwencje i ograniczenia wymagają korekty. To też został on zmodyfikowany przez ujednolicenie długości kropek, kresek i pauz, oraz dodanie potrzebnych w innych niż angielski językach znaków diakrytycznych. Ostateczna wersja telegraficznego alfabetu Morse'a została wprowadzony do użytku w 1851 roku i służy do dziś.

kp

C.D. w EdW 3/96



Rys. 2

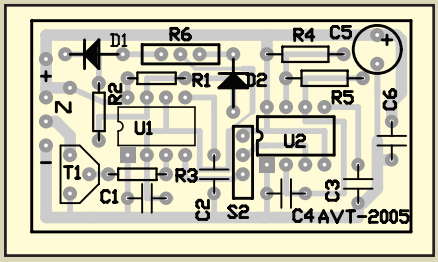
żarówkę latarki. Na rysunku 2 przedstawiono przebiegi napięciowe na wyjściu Q U1 w trzech przykładowych położeniach potencjometru.

Generator z U2 generuje ciąg impulsów o częstotliwości ok. 0,5Hz i mniej więcej równym wypełnieniu. Jeżeli przełącznik PR1 jest ustawiony w pozycji 2-3 to generator z U1 pracuje bez przerw i żarówka świeci światłem ciągłym o regulowanej jasności. Przestawienie tego przełącznika w pozycję 1-2 spowoduje przekazywanie impulsów generowanych przez U2 na wejście zerujące 4 U1. Spowoduje to cykliczne przerywanie pracy generatora U1 i w konsekwencji błyskanie żarówki.

Montaż i uruchomienie

Urządzenie zostało zaprojektowane jako moduł przeznaczony do zamontowania w różnych typach latarek. W związku z tym płytka ma małe wymiary, nieco utrudniające montaż. Jednak przy odrobinie staranności nie powinniśmy mieć z tym większych problemów. Również ze względu na oszczędność miejsca tym razem nie zalecamy zbyt kategorycznie montażu układów scalonych w podstawkach. Po zmontowaniu układ działa od razu poprawnie i wymaga tylko jednej czynności regulacyjnej. Wartość potencjometru R6 podana na schemacie jest wartością orientacyjną. W praktyce należy ją dobrać doświadczalnie w następujący sposób:

Po zmontowaniu urządzenia podłączamy go prowizorycznie do posiadanej latarki i włączamy zasilanie. W jednej ze skrajnych pozycji potencjometru żarówka z pewnością będzie świecić praktycznie pełną mocą. Przekręcamy teraz potencjometr w drugie skrajne położenie i obserwujemy czy żarówka przygasła do wymaganego przez nas poziomu. Jeżeli pali się za jasno to musimy zastosować potencjometr o większej wartości, jeżeli za ciemno -przeciwnie. Jeżeli nie dobierzemy potencjometru z szeregu to możemy łatwo sobie poradzić dolutowując



Rys. 3

szeregowo lub równolegle z potencjometrem rezystor o odpowiedniej wartości. Nie należy regulować stopnia ściemniania tak, aby latarka gasła całkowicie. Bardzo łatwo było by przez zapomnienie zostawić ją w takim stanie włączoną! Dla uniknięcia takich sytuacji można dodać do układu diodę LED wraz z rezystorem szeregowym (na schemacie ich podłączenie zaznaczone jest przerywaną linią a elementy te nie wchodzą w sklad kitu). Będzie ona dodatkowo sygnalizować włączenie latarki przy ustawieniu jej siły światła na minimum. Zastosowanie diody sygnalizacyjnej jest opcjonalne i dlatego elementy D dod i R dod nie wchodzą w skład kitu.

Pozostaje nam jeszcze do omówienia sprawa tranzystora wykonawczego T1. W rozwiązaniu modelowym zastosowano tani tranzystor typu BC211. Ponieważ moc strat wydzielana na tym tranzystorze jest bardzo mała, w większości wypadków nie będzie on zbytnio się nagrzewał. W przypadku sterowania żarówek o bardzo dużej mocy, tranzystor ten możemy wymienić na “mocniejszy” np. BD135.

Pamiętając że latarki elektryczne używane na wyprawach turystycznych narażone są nieraz na działanie wilgoci, zabezpieczamy zmontowaną płytkę lakierem izolacyjnym.

Zbigniew Raabe

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT, jako “kit szkolny” AVT-2005

WYKAZ ELEMENTÓW

1. Półprzewodniki:

U1, U2: NE555
D1, D2: 1N4148 lub podobne diody krzemowe ma‡ej mocy
T1: BC211 lub wg. opisu

2. Konde nsatory:

C1, C2, C3: 10nF
C4, C5: 100nF
C5 22 F/16V

3. Rezystory:

R1, R2: 1k<234>
R3: 100<234>
R4: 470k<234>
R5: 10M<234>
R6: potencjometr 1M/A
Wszystkie rezystory o mocy 0,125...0,250W

4. Pozostałe:

PR1: prze‡„cznik 3 stykowy, miniaturowy
Przewody 3x1 ok. 20cm.